

PENGARUH PEMBELAJARAN KOOPERATIF MELALUI METODE
PROBLEM SOLVING DAN PEMBERIAN TUGAS
DITINJAU DARI KREATIVITAS SISWA

(Studi Kasus Pembelajaran Fisika pada Pokok Bahasan Gravitasi Bumi untuk Siswa
Kelas XI Semester 1 Tahun Pelajaran 2008/2009 SMA Taruna Nusantara Magelang)

TESIS



Diajukan oleh :

HARSONO

S830208011

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA
2009

PENGARUH PEMBELAJARAN KOOPERATIF MELALUI METODE

PROBLEM SOLVING DAN PEMBERIAN TUGAS

DITINJAU DARI KREATIVITAS SISWA

(Studi Kasus Pembelajaran Fisika pada Pokok Bahasan Gravitasi Bumi untuk Siswa

Kelas XI Semester 1 Tahun Pelajaran 2008/2009 SMA Taruna Nusantara Magelang)

TESIS

Disusun oleh :

HARSONO

S830208011

Telah disetujui oleh Pembimbing :

Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	: Prof. Dr. H. Widha Sunarno, M.Pd. NIP : 130814560	_____	_____
Pembimbing II	: Drs. Cari, M.A, Ph.D NIP : 131472636	_____	_____

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Sains

Prof. Dr. H. Widha Sunarno, M.Pd
NIP : 130814560

PENGARUH PEMBELAJARAN KOOPERATIF MELALUI METODE
PROBLEM SOLVING DAN PEMBERIAN TUGAS
DITINJAU DARI KREATIVITAS SISWA

(Studi Kasus Pembelajaran Fisika pada Pokok Bahasan Gravitasi Bumi untuk Siswa
Kelas XI Semester 1 Tahun Pelajaran 2008/2009 SMA Taruna Nusantara Magelang)

Diajukan oleh :
HARSONO
S830208011

Telah disetujui dan disyahkan oleh Tim Penguji pada tanggal :

Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Dr. Ashadi	_____	_____
Sekretaris	: Dra. Suparmi, MA, Ph. D	_____	_____
Pembimbing I	: Prof. Dr. H. Widha Sunarno, M.Pd.	_____	_____
Pembimbing II	: Drs. Cari, M.A, Ph.D	_____	_____

Surakarta,

Mengetahui,

Direktur PPs UNS

Ketua Program Studi Pendidikan Sains

Prof. Drs. Suranto, M.Sc, Ph.D
NIP : 131472192

Prof. Dr. H. Widha Sunarno, M.Pd
NIP : 130814560

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Harsono

N I M : S830208011

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa tesis berjudul PENGARUH PEMBELAJARAN KOOPERATIF MELALUI METODE *PROBLEM SOLVING* DAN METODE PEMBERIAN TUGAS DITINJAU DARI KREATIVITAS SISWA.

(Studi Kasus Pembelajaran Fisika pada Pokok Bahasan Gravitasi Bumi untuk Siswa Kelas XI Semester 1 Tahun Pelajaran 2008/2009 SMA Taruna Nusantara Magelang),
adalah betul-betul karya saya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya dalam tesis tersebut ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sangsi akademik berupa pencabutan tesis dan gelar yang saya peroleh dari tesis tersebut.

Surakarta, Juli 2009

Yang membuat pernyataan

Harsono

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmad dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tesis ini dengan judul “PENGARUH PEMBELAJARAN KOOPERATIF MELALUI METODE *PROBLEM SOLVING* DAN PEMBERIAN TUGAS DITINJAU DARI KREATIVITAS SISWA” (Studi Kasus Pembelajaran Fisika pada Pokok Bahasan Gravitasi Bumi untuk Siswa Kelas XI – IPA Semester 1 Tahun Pelajaran 2008/2009 SMA Taruna Nusantara Magelang), walaupun masih sangat jauh dari memenuhi persyaratan yang diharapkan. Penulisan Tesis ini dapat terselesaikan tidak terlepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak. Untuk itu dengan tulus kami sampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Prof. Dr. Dr. Much. Syamsulhadi, Sp.K.J., selaku Rektor Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah memberi kesempatan menimba ilmu di Universitas Sebelas Maret
2. Prof. Drs. Suranto, M.Sc. Ph. D sebagai Direktur Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret yang telah berkenan memberi kesempatan untuk mengikuti studi di PPS Program Studi Pendidikan Sains, minat utama Fisika.
3. Prof. Dr. H. Widha Sunarno, M.Pd selaku Ketua Program Studi Pendidikan Sains, Fakultas Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta dan selaku Pembimbing I, yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang tidak henti-hentinya serta memberikan dorongan moril untuk segera menyelesaikan tesis ini.

4. Bapak Drs. Cari, MA, Ph.D. selaku Pembimbing II yang telah dengan sabar, tekun dan tulus hati banyak memberikan arahan dan bimbingan secara moril kepada penulis mulai dari persiapan sampai terselesainya tesis ini.
5. Staf Pengajar Program Studi Pendidikan Sains Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret yang telah banyak memberikan sumbangan pemikiran, arahan dan bimbingan dan dorongan moril dalam penyempurnaan tesis ini.
6. Para Karyawan yang berdinasi di lingkungan Fakultas Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret yang telah mendukung Mahasiswa khususnya Program Studi Sains.
7. Majend TNI Az. Siregar, MA, selaku Ketua Lembaga Perguruan Taman Taruna Nusantara yang telah memberikan ijin belajar Pasca Sarjana UNS Surakarta.
8. Brigjend. TNI. Djuwari Sarmijanto, S.IP, selaku Kepala SMA Taruna Nusantara yang telah memberikan ijin belajar Pasca Sarjana di UNS Surakarta.
9. Teman-teman Kuliah Angkatan Februari 2008 yang selalu memberikan arahan dan mendukung dalam penyempurnaan Tesis ini.
10. Keluargaku Shelli, Ninis dan Elis yang membangkitkan semangat penulis untuk dapat terselesainya Tesis ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan kelancaran dalam penulisan Tesis ini.

Atas segala jasa dari semua pihak yang telah membantu penulis selama mengikuti pendidikan, kiranya Tuhan Yang Maha Esa akan melimpahkan karunia dan pahalaNya. Amin.

Surakarta, Juli 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang masalah.	1
B. Identifikasi Masalah	9
C. Pembatasan Masalah	10
D. Rumusan Masalah	10
E. Tujuan Masalah	11
F. Manfaat Penelitian	11
BAB II LANDASAN TEORI, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS	13
A. Landasan Teori	13
1. Belajar	13
2. Pembelajaran	28
3. Metode Pembelajaran	37
4. Hakekat Fisika	42
5. Kreativitas	43

6.	Materi Ajar	.	.	.	.	.	.	49
B.	Penelitian yang Relevan.	.	.	.	.	.	.	67
C.	Kerangka Berpikir	.	.	.	.	.	.	70
D.	Hipotesis	.	.	.	.	.	.	78
BAB III METODOLOGI PENELITIAN								79
A.	Tempat dan Waktu Penelitian	.	.	.	.	.	.	79
1.	Tempat Penelitian	.	.	.	.	.	.	79
2.	Waktu Penelitian.	.	.	.	.	.	.	79
B.	Metode Penelitian	.	.	.	.	.	.	79
C.	Populasi dan Sampel Penelitian .	.	.	.	.	.	.	80
D.	Instrumen Pengumpulan Data	.	.	.	.	.	.	80
1.	Instrumen Pembelajaran	.	.	.	.	.	.	80
2.	Instrumen Pengambilan Data	.	.	.	.	.	.	80
E.	Teknik Pengumpulan Data	.	.	.	.	.	.	80
1.	Kreativitas	.	.	.	.	.	.	81
2.	Tes Prestasi Belajar	.	.	.	.	.	.	82
F.	Variabel Penelitian	.	.	.	.	.	.	87
1.	Variabel.	.	.	.	.	.	.	87
2.	Deskripsi Operasional Variabel	.	.	.	.	.	.	87
G.	Rancangan Penelitian	.	.	.	.	.	.	88
H.	Teknik Analisa Data	.	.	.	.	.	.	89
1.	Uji Prasyarat Analisis	.	.	.	.	.	.	89
2.	Pengujian Hipotesis	.	.	.	.	.	.	91

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	93
A. Deskripsi Data	93
1. Data Kesetaraan Kelas	93
2. Data Prestasi Belajar	94
B. Pengujian Prasyarat Analisis	99
1. Uji Normalitas Data Prestasi	99
2. Uji Homogenitas Data Prestasi	100
C. Analisis Variansi Data Prestasi, Metode dan Kreativitas	103
D. Uji Lanjut Anava Prestasi terhadap Metode	105
E. Pembahasan Hasil Analisis Data Kuantitatif	108
F. Keterbatasan Penelitian	114
BAB V. KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN	116
A. Kesimpulan	116
B. Implikasi	116
C. Saran-saran	117
DAFTAR PUSTAKA	120
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
Lampiran 1. Silabus	124
Lampiran 2. Rencana Pembelajaran	131
Lampiran 3. Sintakmatik Model <i>Cooperative Learning</i>	134
Lampiran 4. Soal-soal Pilihan Ganda Gravitasi Bumi	141
Lampiran 5. Kisi-kisi Instrumen Angket Kreativitas	150
Lampiran 6. Identitas Responden	151
Lampiran 7. Angket Kreativitas	152

Lampiran 8. Analisis Kesetaraan Kelas	173
Lampiran 9. Data Hasil Penelitian	182
Lampiran 10. Nilai Afektif Kelas XI-IA-1	201
Lampiran 11. Nilai Afektif Kelas XI-IA-2.	202
Lampiran 12. Nilai Afektif Kelas XI-IA-3	203
Lampiran 13. Nilai Afektif Kelas XI-IA-4	204
Lampiran 14. Nilai Afektif Kelas XI-IA-5	205
Lampiran 15. Nilai Afektif Kelas XI-IA-6	206
Lampiran 16. Nilai Afektif Kelas XI-IA-7	207
Lampiran 17. Nilai Afektif Kelas XI-IA-8	208
Lampiran 18. Angket Kreativitas XI-IA-1	209
Lampiran 19. Angket Kreativitas XI-IA-2	214
Lampiran 20. Angket Kreativitas XI-IA-3	219
Lampiran 21. Angket Kreativitas XI-IA-4	224
Lampiran 22. Angket Kreativitas XI-IA-5	229
Lampiran 23. Angket Kreativitas XI-IA-6	234
Lampiran 24. Angket Kreativitas XI-IA-7	239
Lampiran 25. Angket Kreativitas XI-IA-8	244
Lampiran 26. Prestasi Akademik	249
Lampiran 27. Skor Bobot, Reliabilitas tes, Kel. Unggul Kel asor, Daya Pembeda, Tingkat kesukaran, Korelasi	253
Lampiran 28. Hasil Uji test Kelas Kontrol	263
Lampiran 29. Kunci Jawaban Tes Akademik.	273

DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1. Fase model pembelajaran kooperatif	31
2. Tabel 3.1. Alokasi waktu penelitian	79
3. Tabel 3.2. Analisis varian hubungan antara model pembelajaran (A) terhadap Kreativitas siswa (B)	88
4. Tabel 4.1. Hasil uji matching kelas XI –IA-1 – IA-8	93
5. Tabel 4.2. Frekuensi prestasi- <i>problem solving</i>	94
6. Tabel 4.3. Frekuensi prestasi-pemberian tugas	95
7. Tabel 4.4. Prestasi belajar siswa menggunakan metode <i>problem solving</i> dan metode pemberian tugas dengan meninjau kreativitas siswa	97
8. Tabel 4.5. Hasil uji homogenitas data prestasi	103

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1. Ciri-ciri kreativitas ditinjau secara afektif dan kognitif .	46
2. Gambar 2.2. Gaya gravitasi sebuah partikel	50
3. Gambar 2.3. Gaya gravitasi sebuah massa partikel objek	50
4. Gambar 2.4. Gaya gravitasi massa objek (M_0) diantara dua massa sumbernya	51
5. Gambar 2.5. Gaya gravitasi yang dipengaruhi tiga buah massa partikel sumber pada susunan bujursangkar	53
6. Gambar 2.6. Percepatan gravitasi pada ketinggian h dari permukaan bumi	55
7. Gambar 2.7. Percepatan gravitasi di dalam bumi pada kedalaman h .	56
8. Gambar 2.8. Percepatan gravitasi pengaruh rotasi bumi	57
9. Gambar 2.9. Bola menimbulkan medan gravitasi disekitarnya	58
10. Gambar 2.10. Kuat medan gravitasi yang ditimbulkan oleh dua massa partikel materi M_1 dan M_2 yang membentuk sudut α ($\angle M_1PM_2$)	59
11. Gambar 2.11. Pemindahan m dalam medan gravitasi yang ditimbulkan oleh M	60
12. Gambar 2.12. Massa partikel objek m dipengaruhi beberapa massa sumber M	64
13. Gambar 2.13. Sebuah planet P yang bergerak mengelilingi Matahari yang menghasilkan Hukum Kepler	66
14. Gambar 4.1. Histogram prestasi dalam pembelajaran kooperatif melalui metode <i>problem solving</i>	95
15. Gambar 4.2. Histogram prestasi dalam pembelajaran kooperatif melalui metode pemberian tugas	96
16. Gambar 4.3. Histogram prestasi belajar siswa pada pokok bahasan Gravitasi bumi	99
17. Gambar 4.4. Histogram prestasi belajar siswa dengan metode <i>problem solving</i> dan pemberian tugas	101
18. Gambar 4.5. Histogram prestasi siswa dengan kreativitas siswa .	102

19.	Gambar 4.6. Histogram prestasi, metode dan kreativitas siswa .	103
20.	Gambar 4.7. Diagram garis prestasi dan metode .	105
26.	Gambar 4.8. Diagram garis prestasi dan metode .	106
27.	Gambar 4.9. Diagram garis prestasi dan kreativitas .	106
28.	Gambar 4.10. Diagram garis prestasi, metode dan kreativitas .	107

ABSTRAK

Harsono, S830208011. 2009. "Pengaruh Pembelajaran Kooperatif Melalui Metode Problem Solving dan Pemberian Tugas ditinjau dari Kreativitas Siswa."(Studi Kasus Pembelajaran Fisika Pada Pokok Bahasan Gravitasi Bumi Siswa kelas XI IPA Semester 1 Tahun Pelajaran 2008/2009 SMA Taruna Nusantara). Tesis : Program Studi Pendidikan Sains, Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui : 1) apakah ada pengaruh pembelajaran fisika dengan pembelajaran kooperatif melalui metode problem solving dan metode pemberian tugas terhadap prestasi belajar Fisika siswa pada kompetensi dasar gravitasi bumi. 2) Pengaruh siswa yang mempunyai kreativitas tinggi, sedang, dan siswa yang mempunyai kreativitasnya rendah terhadap prestasi belajar fisika siswa pada kompetensi dasar gravitasi bumi. 3) Interaksi antara metode problem solving dan metode pemberian tugas dengan kreativitas siswa terhadap prestasi belajar fisika pada kompetensi dasar gravitasi bumi.

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Agustus 2008 sampai dengan bulan Januari 2009. Populasi penelitian ini adalah siswa kelas XI-IA SMA Taruna Nusantara tahun pelajaran 2008/2009 yang terdiri dari 8 kelas dengan jumlah siswa 245 siswa. Sampel berjumlah 122 siswa. Pengambilan sampel menggunakan teknik uji matcing kelas mulai dari kelas XI-IA-1 sampai dengan XI-IA-8. Sebagai variabel bebas dalam penelitian ini adalah pendekatan pembelajaran (pembelajaran kooperatif melalui metode problem solving dan pemberian tugas). Untuk variabel atribut adalah kreativitas siswa. Variabel terikatnya adalah prestasi belajar fisika pada ranah kognitif dan afektif. Data penelitian untuk prestasi belajar kognitif diperoleh dengan menggunakan metode tes setelah siswa mengikuti pembelajaran dalam kompetensi dasar Gravitasi Bumi. Ranah afektif diperoleh dengan mengobservasi sikap siswa dalam mengikuti pelajaran di kelas serta kreativitas diperoleh dengan memberikan angket.

Analisis data menggunakan teknik *Analysis of Varian* (Anova). Dari hasil analisis data didapat : 1) Terdapat perbedaan pengaruh pembelajaran kooperatif yang menggunakan metode *problem solving* dan pembelajaran kooperatif dengan metode pemberian tugas terhadap prestasi belajar fisika pada pengajaran gravitasi bumi yang memiliki taraf signifikansi 0,05 ($p = 0,085$). 2) Tidak terdapat perbedaan pengaruh tingkat kreativitas siswa tinggi, sedang dan kreativitas rendah terhadap prestasi belajar fisika. Hal ini dapat diamati melalui tes normalitas Anderson-Darling didapat masing-masing p-value diatas dari taraf signifikansi ($p > 0,05$) baik metode problem solving maupun metode pemberian tugas untuk masing-masing tingkat kreativitasnya. 3) Tidak terdapat interaksi antara metode problem solving dan metode pemberian tugas dengan kreativitas siswa terhadap prestasi belajar fisika pada kompetensi dasar gravitasi bumi pada taraf signifikansi 0,05.

ABSTRACT

Harsono, S830208011, 2009. "The influence of cooperative learning using problem solving and task method based viewed from student creativity". (the case study of physics learning in earth gravitation lesson on XI IPA class first semester on 2008/2009 in Taruna Nusantara senior high school). Thesis: Science Education Study of Postgraduate program of Sebelas Maret University, Surakarta.

This study is aimed to comprehend : 1) is there influence of physics learning with cooperative learning using the problem solving and task method to the physics achievement in based competency of earth gravitation, 2) is there influence high, moderate and low creativity to the physic achievement in based competency of eart gravitation, 3) is there interaction between problem solving and task method based on student creativity to the physic achievement in based competency of earth gravitation.

The research was carried from August 2008 to January 2009. The population is student of XI-IA Taruna Nusantara high school on 2008/2009 contain of eight classes equal to 122 student. The sample collected by matched test star on XI-IA-1 until XI-IA-8. The independent variables are learning approach (learning approach with problem solving and task methods). The attribute variable is student's creativity. The dependent variable is physics achievement in cognitive and affective fields. The cognitive data collected used the test method after the lesson in based competency of earth gravitation. Affective fields get from observation student behavior which joints in class and creativity data's get from questioners.

The data analysis used by analysis of variant (Anava). The result suggest 1) there are difference on influence of cooperative lesson that use the problem solving method and task method to the physics achievement in based competency of earth gravitation which have level of significance equal to 0,05 ($p = 0,085$). 2) there's no difference of influence on the level creativity each high, moderate and low to the physics achievement. Thus statement based on the Anderson – Darling normality test, where the p value of each variable more than level of significance ($p > 0,05$), both problem solving or task methods for the each creativity. 3) there's no interaction between problem solving method and task method based on student creativity to the physics achievement in based competency of earth gravitation in level of significance 0,05.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perjuangan hidup seseorang dalam menghadapi segala persoalan yang menyangkut kepentingan baik secara individual maupun kelompok dalam lingkungannya akan menemui hal-hal yang baru. Untuk menghadapi persoalan yang baru itu, secara naluriah akan mengalami proses belajar agar dapat menemukan bentuk pemecahan-pemecahan yang lebih tepat sesuai dengan tingkat dan kualitas persoalan yang dihadapi. Dalam proses belajar terdapat dua langkah yang relatif sederhana untuk dapat kita fahami, langkah pertama seseorang akan mengamati orang lain yang sedang melakukan aktivitas yang sedang dipelajarinya dan yang kedua orang tersebut terjun secara langsung melakukan aktivitas belajar bersama dengan sumber lainnya sambil mengamati perilaku maupun aktivitas yang dilakukan oleh orang tersebut.

Kegiatan pembelajaran ini secara langsung maupun tidak langsung akan terjadi proses pembimbingan terhadap pembelajar. Sebagai contoh seorang anak usia 8 tahun yang sedang melihat sekelompok rekannya bermain bulutangkis. Anak tersebut akan melihat bagaimana bola dipukul dari belakang, tengah, depan, atau saat bola dipukul dengan keras dan tajam, maupun mengarahkan bola dengan tepat agar dapat mematikan lawannya. Pada kesempatan lain anak tersebut ingin melakukan permainan bulutangkis dengan teman mainnya, maka dicobalah segala pukulan yang telah diamati beberapa waktu yang lalu. Selama proses belajar tersebut si anak akan

menemukan beberapa persoalan untuk dapat mempertahankan permainan menjadi baik, lincah, cermat pengembaliannya dan mampu mengalahkan lawan mainnya.

Untuk itu setiap proses belajar tentu akan diwarnai dengan penemuan masalah yang memiliki kuantitas maupun kualitas masalah berbeda-beda setiap individu dan berusaha untuk menemukan pemecahannya dengan teknik maupun metode yang dipilih secara tepat, dengan harapan proses belajarnya dapat berlangsung dengan lancar dan sesuai dengan sasaran yang akan dicapainya. Jika seseorang belajar didasarkan oleh kebutuhan yang sedang dihadapinya, maka orang tersebut tentunya memiliki motivasi atau antusias untuk mempelajarinya. Namun lain halnya dengan masalah yang dihadapi bukan sebagai persoalan pokok yang menjadi kebutuhannya, atau belajar hanya karena secara formal apa yang dipelajarinya harus ditempuhnya. Bila demikian persoalannya, maka proses belajar akan berlangsung dalam kondisi yang kurang termotivasi dan tentunya akan memperoleh hasil kurang optimal.

Pertambahan usia dan perkembangan kematangan pribadi seseorang akan diikuti dengan permasalahan-permasalahan baru yang muncul, permasalahan tersebut akan semakin bertingkat dari kondisi yang mudah, sedang maupun sampai ke tingkat yang kompleks. Hal ini akan menuntut proses belajar semakin kompleks, bervariasi, dan dengan tuntutan yang semakin tinggi. Belajar dalam lingkungan yang berlangsung secara alami, akan terjadi proses belajar secara random, tidak terprogram dan sesuai keinginan serta kemampuan pembelajar. Namun untuk belajar yang berlangsung secara formal di sekolah, setiap pembelajar akan menempuh materi ajar yang homogen.

Hal inilah yang sering menimbulkan masalah, karena setiap individu akan mempelajari materi yang serba sama dan menyerap materi tersebut dalam kurun

waktu yang telah ditentukan alokasi waktunya. Permasalahan tersebut tidak dapat dihindari, mengingat program penyampaian materi dan alokasi waktunya telah ditetapkan dalam rencana pembelajar sesuai dengan kurikulum yang berlaku saat itu. Sehingga harus dipecahkan atau diperkecil permasalahan tersebut semaksimal mungkin. Dengan demikian pembelajar akan mampu meningkatkan kreativitas pemecahan masalah dan akhirnya dicapai prestasi seoptimal mungkin.

Pada dasarnya setiap individu pembelajar memiliki kemampuan dasar, olah pikir maupun kreativitas pemecahan dalam mensikapi dan mensiasati terhadap permasalahan materi ajar yang dihadapi baik masalah formal di sekolah maupun non formal dalam pergaulan di masyarakat umum. Namun demikian perlu lebih diarahkan dan difokuskan terhadap persoalan yang sedang dibahas, agar tercapai hasil yang efektif dan efisien. Berdasarkan pemahaman itulah dalam penelitian ini, peneliti mencoba melaksanakan pembelajaran terhadap siswa kelas XI jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) SMA Taruna Nusantara tahun pembelajaran 2008/2009 pokok bahasan Gravitasi Bumi dengan pendekatan *Cooperative Learning*. Secara umum siswa telah mengenal materi Gravitasi Bumi di Sekolah Menengah Pertama (SMP), maka pendalaman terhadap materi tersebut perlu diarahkan dan lebih difokuskan bagaimana pokok bahasan tersebut dapat dimengerti, difahami, dirumuskan dalam bahasa matematika dan mampu diterapkan dalam pemecahan masalah Gravitasi Bumi lebih kompleks sesuai dengan tingkat pemahaman di SMA.

Cooperative Learning dilaksanakan melalui berbagai masalah yang disodorkan kepada pembelajar sehubungan dengan materi ajar yang akan dipelajarinya. Proses pembelajaran tersebut dilaksanakan dengan metode *problem solving* dan metode pemberian tugas. Metode *problem solving* dilaksanakan dengan memberikan

persoalan-persoalan sesuai dengan rambu-rambu materi ajar dan memberikan pemecahannya maupun ringkasannya setelah didiskusikan oleh masing-masing kelompok. Masalah-masalah yang tertera pada rambu-rambu meliputi materi yang didiskusikan untuk memperoleh konsep yang diharapkan, bagaimana menguraikannya (misalnya penjabaran sampai memperoleh suatu persamaan matematik yang menunjukkan hubungan antar variabel), dasar-dasar yang digunakan untuk menjelaskan konsep yang akan dicapai dan juga menyelesaikan soal-soal yang tersedia untuk menguji apakah yang didiskusikan benar-benar telah dikuasai.

Pelaksanaan metode *problem solving* dilakukan dengan cara membentuk kelompok siswa dengan jumlah yang sesuai kebutuhan perkiraan. Minimum siswa dibagi ke dalam 6 (enam) kelompok, dan tiap kelompok siswa terdiri dari 5 (lima) siswa atau dengan pertimbangan lain sesuai dengan situasi. Disamping materi bahan yang diberikan, siswa diberikan rambu-rambu bagaimana cara yang harus ditempuh disajikan dengan metode *problem solving* uraian atau jawaban yang tepat sesuai dengan yang diharapkan. Hal ini dimaksudkan agar tidak salah langkah atau jawaban menjadi berbelit-belit sehingga lebih efisien.

Selain metode *problem solving*, peneliti juga menggunakan metode pemberian tugas. Metode ini juga disertai rambu-rambu tentang tugas yang harus dikerjakan oleh para siswa. Materi tugas meliputi antara lain : pokok bahasan yang harus dikerjakan dengan cara bagaimana langkah-langkah mengerjakan tugas-tugas yang bersangkutan, misalnya menerangkan topik-topik tertentu sehingga mencapai suatu konsep yang telah ditentukan. Sistematika penyelesaian tugas juga sangat diharapkan. Disamping harus menguraikan materi bahan tugas, siswa juga diberikan

tugas menyelesaikan soal-soal yang relevan untuk mengevaluasi terhadap kemampuan siswa tersebut.

Pembelajaran dengan pendekatan *Cooperative Learning* diharapkan siswa cukup termotivasi untuk mengembangkan kreativitasnya menemukan konsep dan mampu menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Apalagi jika ditunjang dengan rencana peneliti memberikan kisi-kisi subbahasan dalam pokok bahasan Gravitasi Bumi. Melalui kisi-kisi yang telah diberikannya, diharapkan siswa sudah mempersiapkan dari graha (rumah penginapan siswa) tentang materi tugas yang akan dikerjakan hari yang bersangkutan. Bila demikian halnya, maka proses pembelajaran dapat berlangsung lebih efektif dan efisien. Dengan kata lain melalui kisi-kisi yang diberikan, siswa akan memiliki daya kreativitas dalam memecahkan persoalannya lebih tinggi dibandingkan tanpa diberikan kisi-kisinya.

Kreativitas siswa merupakan satu diantara persyaratan proses pembelajaran agar hasil yang dicapai pembelajar dapat optimal. Tentunya para siswa diharapkan akan memiliki kemampuan terhadap penyerapan materi di kelasnya dapat berjalan lancar, dan dikuasai sebanyak mungkin konsep maupun langkah penyelesaian dari beberapa persoalan yang relevan dengan pokok bahasannya.

Berkaitan dengan proses penelitian ini maka perlu saya cantumkan landasan pokok Sistem Pendidikan Nasional yang termaktub dalam Undang-Undang (UU) Republik Indonesia (RI) nomor 20 tahun 2003 pada bab II pasal 3 menjelaskan bahwa Pendidikan Nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa,

berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Dalam panduan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) mengorganisasikan fondasi belajar ke dalam lima pilar, yaitu : (a) belajar untuk beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa; (b) belajar untuk memahami dan menghayati; (c) belajar untuk mampu melaksanakan dan berbuat secara efektif; (d) belajar untuk hidup bersama dan berguna untuk orang lain; dan (e) belajar untuk membangun dan menemukan jati diri melalui proses yang aktif, kreatif, efektif dan menyenangkan.

Siswa SMA Taruna Nusantara berasal dari beberapa penjuru tanah air, yaitu dari sabang sampai merauke yang memiliki latar belakang daerah, budaya, suku, agama, tingkat sosial orang tua yang berbeda-beda. Perbedaan ini tentu akan menimbulkan masalah komunikasi antar individu yang memerlukan adaptasi yang tidak dapat dilakukan dengan cepat. Mengingat keragaman dan kekompleksitasan terhadap siswa tersebut maka perlu dilakukan langkah-langkah menyamakan visi dan misi menjadi siswa-siswa di SMA tersebut.

Langkah-langkah pembelajaran yang dilakukan di SMA Taruna Nusantara adalah Tahap Pengertian, yaitu tahap penguasaan dasar olah pikir yang mantik dan teratur, Tahap Pemahaman, yaitu tahap penguasaan cara dan olah pikir secara mantik dan teratur, sebagai persiapan untuk menerima pelajaran dan pengetahuan, Tahap Penerapan, yaitu tahap penguasaan pelajaran dan pengetahuan dalam hubungannya dengan bidang studi sebagai persiapan menghadapi tahap berikutnya dan Tahap Pemantapan, yaitu tahap penguasaan dalam bidang studi agar dapat digunakan untuk mengikuti pendidikan selanjutnya.

Untuk menunjang kelancaran pembelajaran tersebut maka ditempuh sistem pembinaan kepamongan, yaitu saling asah, asih dan asuh melalui komunikasi secara harmonis terhadap antar siswa, antar pamong maupun siswa dengan pamongnya. Disamping itu tantangan yang cukup berat adalah mengemban misi sebagai sekolah unggulan dan telah ditunjuk sebagai salah satu sekolah rintisan Sekolah Nasional Bertaraf Internasional (SNBI), maka tanggungjawab yang cukup berat adalah meningkatkan kualitas pembelajar agar mampu berkompetisi secara sehat dengan siswa siswa sederajat tingkat daerah, regional, nasional bahkan tingkat internasional. Mengingat siswa SMA Taruna Nusantara berasrama penuh, maka peningkatan belajar diupayakan melalui kerjasama antar individu maupun kelompok.

Dalam penelitian ini peneliti memilih materi Gravitasi Bumi, dengan pertimbangan bahwa materi Gravitasi Bumi merupakan materi yang abstrak namun dapat diamati gejalanya dalam pengertian yang lebih konkrit. Dengan kata lain hanya dapat difahami melalui gejala-gejala proses alamiahnya. Contoh seluruh benda di permukaan Bumi ini akan mengalami gejala pengaruh Gravitasi Bumi. Dengan demikian pemahaman pembelajaran Gravitasi Bumi masih perlu ditingkatkan, agar prestasi belajar para siswa untuk materi tersebut semakin baik. Memang berdasarkan pengalaman peneliti selama mengampu materi tersebut, prestasi belajar para siswa relatif sudah cukup baik. Namun tidak sedikit siswa yang masih memerlukan bimbingan yang cukup intensif untuk mendapatkan prestasi rata-rata apalagi sampai ke tingkat memuaskan. Sebagian siswa masih kurang tepat memahami gejala pengaruh gravitasi bumi, kurang tepat menyusun persamaan dari posisi suatu titik mengalami pengaruh gravitasi bumi, kurang tepat menyelesaikan soal-soal yang dikerjakan. Bahkan tidak sedikit melupakan sistematika penyelesaian soal.

Disamping berbagai hal yang diuraikan di atas, perlu memperhatikan lingkungan asal siswa yang heterogen, yaitu siswa yang berasal dari lingkungan orang tua yang ekonominya kuat, hidup di lingkungan kota, pergaulan di SMP cukup luas, mendapat kesempatan kursus mapel, hubungan keluarga harmonis serta relasinya banyak serta ditunjang mengikuti perkembangan teknologi global seperti mengakses internet atau audio visual lain. Hal ini akan memiliki tingkat kreativitas olah pikir yang cukup cemerlang dibandingkan siswa yang berasal dari lingkungan yang kontradiksi terhadap keadaan di atas.

Hal ini tidak akan mungkin kita hindari. Karena merupakan tantangan yang harus dihadapi secara arif dan bijaksana oleh seluruh pengampu, sehingga masalah yang timbul tersebut bukan lagi dipandang sebagai masalah serius, tetapi sebaliknya bahkan sebagai kekuatan yang perlu dikembangkan. Sehingga proses pembelajaran yang sedang berlangsung dapat mencapai tujuan sesuai dengan yang diprogramkan. Terutama proses pembelajaran Fisika, tantangan yang perlu diatasi adalah menyeragamkan persepsi siswa untuk materi yang sedang dipelajarinya. Dengan persepsi yang seragam, diharapkan para siswa dapat menempuh materi seiring dan sejalan untuk mencapai prestasi yang seimbang hasilnya.

Namun demikian sebagian pandangan beranggapan bahwa siswa yang berasal dari orangtua yang mapan lebih berhasil dibandingkan siswa yang berasal dari orangtua yang kurang/tidak mapan. Berdasarkan latar belakang di atas, dalam penelitian ini peneliti memilih judul : Pengaruh Pendekatan *Cooperative Learning* Melalui Metode *Problem Solving* Dan Metode Pemberian Tugas Terhadap Prestasi Belajar Fisika Ditinjau Dari Kreativitas Siswa (Studi Kasus Siswa Kelas XI IPA Tahun Pelajaran 2008/2009 SMA Taruna Nusantara Pada Materi Gravitasi Bumi)

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, untuk melaksanakan penelitian yang dimaksud terasa banyak masalah yang muncul. Masalah-masalah tersebut dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Siswa SMA Taruna Nusantara berasal dari latar belakang suku, daerah, dan tingkat sosial orangtua berbeda, maka tentu daya kreativitasnya berbeda.
2. Materi Mekanika khususnya pokok bahasan Gravitasi Bumi cukup luas untuk dibahas yang dialami oleh setiap benda di tata surya ini.
3. Dalam proses belajar mengajar dikenal berbagai metode pembelajaran yang bervariasi, sehingga perlu ditentukan metode yang sesuai.
4. Sesuai dengan perkembangan teknologi, maka perlu dipilih media pembelajaran yang relevan dengan pokok bahasan yang diajarkan.
5. Sarana dan prasarana siswa seragam, namun optimalisasi pemanfaatan tersebut yang berbeda, sehingga berpengaruh terhadap prestasi belajarnya.
6. Waktu belajar yang telah dialokasikan dalam kegiatan rutin terjadwal keseharian telah diatur dengan cukup tertib, namun efisiensi dan efektivitas penerapan siswa tersebut pemegang kunci prestasi siswa itu sendiri.
7. Setiap siswa ditanamkan satu sasaran terhadap proses belajar di tingkat SMA, yaitu mampu mengawaki kehidupan berbangsa dan bernegara bersama dengan sumber lain secara baik dan benar. Namun kreativitas dan penanaman kerja keras tetap harus ditanamkan terhadap diri siswa.
8. Kemampuan meneliti dari peneliti itu sendiri yang akan berpengaruh terhadap hasil penelitiannya.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan di atas, maka diharapkan penelitian ini lebih terarah dan terfokus. Maka peneliti akan mengkaji sebagai berikut :

1. Materi yang akan diambil pokok bahasan Gravitasi Bumi
2. Pendekatan pembelajaran adalah *cooperative*
3. Metode yang digunakan *problem solving* dan pemberian tugas
4. Kreativitas mempengaruhi prestasi belajar siswa

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan pembatasan masalah di atas, penelitian ini akan mengkaji beberapa masalah sebagai berikut :

1. Apakah ada pengaruh pendekatan *cooperative learning* melalui metode *problem solving* dan metode pemberian tugas terhadap prestasi belajar Fisika pada pokok bahasan Gravitasi Bumi.
2. Apakah ada pengaruh kreativitas siswa terhadap prestasi belajar Fisika pada pokok bahasan Gravitasi Bumi.
3. Apakah ada interaksi pengaruh antara metode *problem solving* dan metode pemberian tugas dengan kreativitas siswa terhadap prestasi belajar Fisika pada pokok bahasan Gravitasi Bumi

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pembatasan masalah dan perumusan masalah yang tersusun di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada :

1. Perbedaan pengaruh pendekatan *cooperative learning* melalui metode *problem solving* dan metode pemberian tugas terhadap prestasi belajar Fisika pada pokok bahasan Gravitasi Bumi.
2. Perbedaan pengaruh kreativitas siswa terhadap prestasi belajar Fisika pada pokok bahasan Gravitasi Bumi.
3. Interaksi pengaruh antara metode *problem solving* dan metode pemberian tugas dengan kreativitas siswa terhadap prestasi belajar Fisika pada pokok bahasan Gravitasi Bumi.

F. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat baik secara teoritis maupun praktis.

1. Harapan manfaat secara teoritis dari hasil penelitian, antara lain :
 - a. Memberikan sumbangan pemikiran terhadap pemilihan pendekatan dan metode pembelajaran Fisika di Sekolah Menengah Atas (SMA)
 - b. Memberikan kesadaran pada pembelajar agar berusaha memotivasi diri dalam belajar, agar memperoleh prestasi maksimal, sesuai harapan masing-masing.
 - c. Memberikan kesadaran bagi pembelajar agar mempunyai kreativitas belajar yang tinggi dan memiliki daya tarik pembelajaran yang tinggi sehingga dapat memacu usaha mereka untuk berprestasi. Karena kreativitas tinggi ini akan mengembangkan daya imajinasi kuat, selalu mempunyai inisiatif, mempunyai minat yang luas, olah pikirnya bebas, mempunyai sifat ingin tahu, berani mengambil resiko dan berani dalam berpendapat.

2. Harapan manfaat praktis dari hasil penelitian ini, antara lain :
 - a. Pendekatan *cooperative learning* dapat dengan mudah dan praktis untuk dilaksanakan dan dapat memotivasi pembelajar untuk mau belajar dengan sungguh-sungguh.
 - b. Metode *problem solving* dan pemberian tugas dapat pula meningkatkan motivasi pembelajar untuk berpacu dengan sportif diantara sesama teman dan kelompok.
 - c. Dengan daya kreativitas yang tinggi dan daya tarik yang tinggi pembelajar tidak mungkin menggantungkan diri pada pembelajaran yang dibawakan guru, akan tetapi lebih pada usaha mereka secara optimal.

BAB II

LANDASAN TEORI, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

A. Landasan Teori

Dunia pendidikan merupakan kajian bidang ilmu yang sangat beragam dan dapat ditinjau dalam berbagai dimensi pengetahuan, menentukan kuantitas dan kualitas secara individu maupun kelompok bahkan suatu bangsa. Lahan kajian pendidikan tidak pernah surut bahkan semakin berkembang untuk dicermati. Pendidikan dapat dipandang dari dunia teknologi, ekonomi, sosial, budaya, politik dan seluruh bidang kehidupan manusia. Pengajaran merupakan upaya manusia untuk memahami lingkungan secara menyeluruh dan mendalam. Namun demikian manusia hanya mampu mengambil salah satu diantaranya. Apalagi dengan semakin spesifikasi bidang ilmu yang semakin pelik, setiap individu hanya mampu menguasai sebagian kecil dari bidang yang ditekuninya. Dalam penelitian ini, peneliti hanya akan mengkaji sebagian kecil dari subbagian mata pelajaran Fisika, yaitu materi pokok bahasan Gravitasi Bumi diajarkan di kelas XI jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) SMA Taruna Nusantara tahun pelajaran 2008/2009.

1. Belajar

Belajar merupakan aktivitas yang dilakukan setiap orang untuk mengembangkan dirinya. Aktivitas ini berlangsung sejak seseorang dilahirkan dan terus berlangsung sepanjang hayatnya. Di sepanjang hayatnya seseorang tak pernah lepas dari proses belajar ini, dalam skala yang berbeda, sesuai dengan tingkatan dan lingkungan dimana proses belajar tersebut berlangsung.

a. Pengertian Belajar.

Kata belajar mengandung berbagai makna dan juga fungsinya. Maka dari itu arti serta fungsi dari kata belajar mempunyai banyak definisi sesuai dengan sudut pandang penyusunnya. Oemar Hamalik (1990 : 4) mengemukakan bahwa:”Belajar adalah suatu proses perubahan tingkah laku melalui interaksi individu dan lingkungan”. Sedang Winkel (1996 : 53) mengemukakan bahwa :”Belajar adalah suatu aktivitas mental/psikis yang berlangsung dalam interaksi aktif dengan lingkungan yang menghasilkan perubahan-perubahan dalam pengetahuan, ketrampilan dan nilai sikap”. Gagne (1984) dalam bukunya Teori-teori Belajar dari Ratna Wilis Dahar (1989 :11) mengemukakan bahwa :”Belajar suatu proses dimana suatu organisme berubah perilakunya sebagai akibat pengalaman”. Menurut Good dan Brophy dalam bukunya *Educational Psychology : A realistic approach* yang dikutip Ngalim Purwanto (2004 : 85) mengemukakan bahwa : “*Learning is the devolepment of new association as a result of experience*”. Selanjutnya Davis Robert H. Alexander. Lawrence T dan Yelon. Stepen L (1974 :160) dalam bukunya yang berjudul *Learning System Design* :” *The complete definition of learning emphasizes the notion of a relatively permanent change in behavior as a function of practice or experience*”. Dari berbagai pengertian tentang belajar tersebut dapat difahami bahwa belajar adalah suatu aktivitas mental yang dialami oleh individu untuk mengenal dan menguasai lingkungannya.

Disamping makna belajar seperti yang telah diuraikan di atas, kata belajar juga dapat dipahami melalui sudut pandang fungsinya. Karena fungsi belajar cukup urgen pada diri seseorang, dan setiap individu mempunyai karakteristik yang berbeda dalam usahanya untuk meningkatkan pribadinya, maka para ahli mengajukan teori

atau metode yang berbeda. Konsep kedewasaan belajar yaitu bagaimana usaha seseorang mengenali lingkungannya berdasar tingkat umurnya. Jean Piaget membedakan 3 (tiga) tingkat kedewasaan belajar kognitif, yaitu meliputi “*The sensori-motor period (0 – 2 years), the concrete operation period (2 – 11 years) and the formal operation eriod (11 – 15 years)*”. (Davis et all, 1974 : 188). Menurut Piaget setiap anak melalui fase ini. Anak memahami realita terbaik pada *fase concrete operation* interaksi dengan obyek yang nyata menuju ke konsep yang abstrak.

Melalui belajar seseorang akan memahami berbagai macam hal yang berbeda satu dengan lainnya. Untuk memudahkan mengenai berbagai perbedaan tersebut masing-masing hal diberi tanda atau simbol yang berbeda dan setiap simbol mempunyai karakteristik khusus dan dikenal sebagai konsep. Konsep ini akhirnya didefinisikan sebagai :” ... *an abstract idea generalized from particular instances*”. (davis et all, 1974 : 168). Dibagian lainpun Davis mendefinisikan sebagai ; ‘ ...*A concept is a class stimuli which have common attributes*” (220). Sedangkan relasi antara dua konsep atau lebih disebut prinsip. Konsep menolong kita mengenali fenomena dan dengan memahami prinsip memungkinkan kita untuk memprediksikan, menerangkan dan mengontrol fenomena. Untuk lebih jelasnya Davis mendefnisikan prinsip sebagai : “... *principles are sometimes referred to a scietific laws, rules, or generalizations and are composed of many concepts*” (221). Dari kutipan ini dapat dipahami bahwa belajar adalah suatu aktivitas mental/psikis yang berlangsung dalam interaksi aktif untuk mengenal dan menguasai lingkungan sehingga menghasilkan perubahan-perubahan tingkah laku yang berhubungan dengan pengetahuan, ketrampilan dan nilai sikap”

b. Teori-teori Belajar

Teori belajar memiliki beberapa pandangan, dapat ditinjau dari aspek individu dan masyarakat. Belajar dari aspek individu merupakan salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan kehidupan agar memperoleh kualitas kehidupan yang lebih baik. Sedangkan belajar dari segi masyarakat merupakan kunci dalam pemindahan kebudayaan masyarakat dari satu generasi ke generasi berikutnya. Dengan pembelajaran memungkinkan adanya penemuan baru untuk mengembangkan dari penemuan-penemuan yang terdahulu.

Teori belajar menurut Ratna Wilis Dahar (1996 : 19)” dapat dikelompokkan menjadi dua keluarga, yaitu keluarga perilaku (behavioristik) yang meliputi stimulus-stimulus *respon conditioning* dan keluarga Gestald-field yang meliputi teori-teori kognitif”. Jadi teori belajar secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu teori perilaku (behavioristik) dan teori Gestalt. Teori perilaku dipelopori antara lain Ivan Petrovich Pavlov, El. Torndike dan ER. Guthrine. Sedangkan yang memelopori teori kognitif antara lain Bruner, Ausubel, Gagne dan Piaget.

Menurut teori perilaku (*behavioristik*) berpendapat bahwa “perilaku terbentuk melalui kaitan antara rangsangan (stimulus) dengan tindak balas (respon)” (Mohammad Surya, 2003 : 33). Jadi menurut teori ini belajar merupakan suatu perubahan tingkah laku yang dapat diamati dan terjadi melalui stimulus-stimulus dan respon-respon menurut prinsip mekanistik. Belajar melibatkan terbentuknya hubungan-hubungan tertentu antara satu seri stimulus-stimulus dan respon-respon. Stimulus yaitu penyebab belajar atau agen-agen lingkungan yang bertindak terhadap suatu organisme yang menyebabkan organisme tersebut memberikan respon atau meningkatkan kemungkinan terjadinya respon tertentu. Respon-respon yaitu akibat-

akibat atau efek-efek yang merupakan reaksi-reaksi fisik suatu organisme terhadap stimulus baik yang eksternal maupun internal.

Menurut teori Gestalt memandang bahwa kejiwaan manusia terikat pada pengamatan dari yang nyata kepada yang menyeluruh. “Gestalt dalam bahasa Jerman berarti *configuration* atau bentuk yang utuh artinya keseluruhan lebih berarti daripada bagian-bagian. Pernyataan manusia pada awalnya bersifat global terhadap obyek-obyek yang dilihat kemudian berproses kepada bagian-bagian” (Aminudin Rasyad. 2003 : 70). Ahli pendidikan yang menganut teori ini berpendapat bahwa perilaku yang tidak nampak dapat diamati adalah mungkin untuk dipelajari dengan cara ilmiah, misalnya dengan pikiran-pikiran. Oleh karena itu memusatkan diri pada menganalisis proses-proses kognitif, sehingga prinsip-prinsip dan kesimpulan-kesimpulan yang disarankan disebut sebagai teori-teori kognitif.

Berdasarkan kedua pengelompokan tersebut di atas, teori belajar yang relevan dengan pengajaran IPA dewasa ini adalah teori kognitif, antara lain dikemukakan oleh Piaget, Gagne, Ausubel dan Bruner.

1) Teori Belajar Piaget

Menurut Piaget dalam Mohammad Surya (2003: 56) “Perkembangan kognitif merupakan suatu proses dimana kemajuan individu melalui suatu rangkaian yang secara kualitatif berbeda dalam berpikir. Hal yang diperoleh dalam satu peringkat merupakan dasar bagi peringkat berikutnya”. Perkembangan kognitif yang terbentuk adalah melalui interaksi yang konstan antara individu dengan lingkungannya sehingga terjadi dua proses yaitu organisasi dan adaptasi. Organisasi merupakan suatu proses penataan segala sesuatu yang ada di lingkungan sehingga dikenal oleh individu. Sedangkan adaptasi merupakan proses terjadinya penyesuaian antara

individu dengan lingkungannya. Adaptasi terjadi dalam dua bentuk yaitu asimilasi dan akomodasi. Asimilasi merupakan proses menerima dan mengubah dengan dirinya, sedangkan akomodasi adalah proses individu mengubah dirinya agar bersesuaian dengan apa yang diterima dari lingkungannya.

Interaksi individu dengan lingkungannya dikendalikan oleh adanya prinsip keseimbangan yaitu upaya individu agar memperoleh keadaan keseimbangan antara keadaan dirinya dengan yang datang dari lingkungan. Interaksi terhadap lingkungannya akan memperoleh pengetahuan dengan menggunakan asimilasi, akomodasi dan dikendalikan oleh prinsip keseimbangan. Pada masa bayi dan anak-anak pengetahuan bersifat subyektif dan akan berkembang menjadi obyektif apabila sudah mencapai perkembangan remaja dan dewasa.

Siswa SMA/MA pada umumnya berusia 15 – 19 tahun, berdasarkan teori perkembangan kognitif Piaget dikelompokkan pada fase formal operational. Pada tahap perkembangan ini siswa sudah dapat diajak untuk berpikir rasional dan irasional sehingga dalam pembelajaran selain mengembangkan ketrampilan berpikir rasional juga harus dikembangkan cara berpikir imajiner. Dalam pembelajaran melalui problem solving siswa perlu dilatih untuk dapat membuat kesimpulan yang bersifat umum.

Prinsip pembelajaran gravitasi sesuai dengan teori belajar Piaget bagi siswa SMA/MA dimulai dari (1) konkrit menuju ke abstrak misalnya dalam memperkenalkan bola yang dilepaskan dari ketinggian tertentu akan jatuh menuju ke permukaan bumi, perbedaan ketinggian akan mempengaruhi waktu untuk sampai di permukaan bumi. Gejala/efek jatuhnya benda yang dikarenakan pengaruh gravitasi tidak dapat diamati dengan indera kita. Gravitasi bumi merupakan sesuatu yang

bersifat abstrak. (2) Konsep berpikir dari yang sederhana sampai ke yang kompleks, konsep berpikir gravitasi bumi dari interaksi antar dua benda ke tingkat gravitasi bumi yang dapat berlaku untuk seluruh planet di tata surya ini (bersifat kompleks). Hal ini membutuhkan pemikiran baik dalam bentuk rasional maupun irasional.

2) Teori Belajar Gagne

Menurut Gagne dalam Mohammad Surya (2003 : 60) “ Dalam pembelajaran terjadi proses penerimaan informasi untuk kemudian diolah sehingga menghasilkan keluaran dalam bentuk pembelajaran. Dalam pemrosesan informasi terjadi antara kondisi internal dan eksternal”. Kondisi internal adalah keadaan di dalam diri individu yang diperlukan untuk mencapai hasil pembelajaran dan proses kognitif yang terjadi dalam individu selama proses belajar berlangsung. Sedangkan kondisi eksternal adalah berbagai rangsangan dari lingkungan yang mempengaruhi individu dalam proses pembelajaran. Interaksi antara kondisi internal dan eksternal akan menghasilkan hasil pembelajaran.

Gagne mengemukakan lima kategori hasil belajar yang merupakan keluaran dari pemrosesan informasi yang berupa kecakapan manusia terdiri dari informasi verbal, kecakapan intelektual, strategi kognitif, sikap dan kecakapan motorik. Informasi verbal merupakan kemampuan untuk menuangkan pengetahuan dalam bentuk bahasa yang memadai sehingga dapat dikomunikasikan kepada orang lain. Kemampuan ini diperoleh sebagai hasil belajar di sekolah dari kata-kata yang diucapkan seseorang, televisi, radio dan media lainnya. Pengetahuan untuk mencari dan mengolah informasi sendiri. Kecakapan intelektual adalah kecakapan individu dalam melakukan interaksi dengan lingkungan melalui simbol-simbol. Kecakapan ini menyangkut dalam hal membedakan (diskriminasi), konsep konkrit, konsep abstrak,

aturan-aturan dan hukum-hukum. Strategi kognitif merupakan organisasi ketrampilan internal yang diperlukan dalam belajar, mengingat, dan berpikir agar menjadi aktivitas yang efektif. Kemampuan ini termasuk mengatur cara belajar dan berpikir seseorang dalam arti yang seluas-luasnya termasuk kemampuan memecahkan masalah atau sering disebut dengan *self management behaviour*. Sikap merupakan hasil pembelajaran yang berupa kecakapan individu untuk memilih berbagai tindakan yang akan dilakukan. Berhubungan erat dengan intensitas emosional yang dimiliki seseorang. Dengan kemampuan ini diharapkan dapat berperan dalam pembentukan sikap dan nilai seperti menghormati orang lain, kesediaan bekerjasama, tanggungjawab, disiplin dan jujur. Kecakapan motorik adalah hasil pembelajaran yang berupa pergerakan yang dikontrol oleh otot dan fisik. Melainkan juga kegiatan motorik digabung dengan kemampuan intelektual. Dalam pembelajaran fisika sebagai contoh bagaimana menentukan energi potensial gravitasi bumi yang dialami suatu benda yang memiliki kedudukan dalam ketinggian tertentu dari permukaan bumi.

Berdasarkan teori Gagne ini, pembelajaran fisika perlu menggunakan langkah-langkah pemecahan masalah dalam berbagai jalan agar fenomena alam yang di lingkungan siswa benar-benar dapat difahami sebagai gejala alam biasa dengan dibantu melalui penjabaran bahasa matematika. Pembelajaran fisika tidak dapat terlepas dengan peristiwa alam, maka perlu dilakukan dengan tahapan pemahaman konsep, menghayati logika matematika dan menghayati terhadap hubungan antar variabel serta menyimpulkan terhadap hasil interaksi variabel tersebut. Kesimpulan yang diperoleh ini digunakan untuk membuat aturan, kaidah, dan lain sebagainya. Pengalaman langsung dalam menentukan macam persoalan dan memecahkan

persoalan tersebut akan membentuk sikap hidup serta kreativitas peserta didik dengan perilaku ilmiah.

Pembelajaran gravitasi berdasarkan teori belajar Gagne perlu melibatkan kegiatan informasi verbal, kecakapan intelektual, strategi kognitif, sikap dan kecakapan motorik. Kegiatan *problem solving* dan pemberian tugas merupakan suatu langkah yang dapat ditempuh agar siswa memiliki kelima kecakapan tersebut. Kegiatan pemecahan masalah dan pemberian tugas dengan pendekatan kooperatif akan dapat mengembangkan kecakapan motorik, kecakapan intelektual, dan kognitif sehingga mampu mengkomunikasikannya dalam bentuk informasi verbal. Misalnya siswa mempelajari kuat medan gravitasi bumi (percepatan gravitasi bumi) yang dialami suatu benda pada ketinggian tertentu dari permukaan bumi, kuat medan gravitasi di permukaan bumi dan kuat medan gravitasi bumi di kedalaman tertentu dari permukaan bumi. Berdasarkan karakteristik ini siswa dapat membedakan permasalahan kuat medan gravitasi bumi dalam beberapa posisi kedudukan benda terhadap acuannya. Sikap ilmiah akan terbentuk saat melakukan penelusuran penentuan variabel kuat medan gravitasi bumi yang dipengaruhi oleh kedudukan terhadap acuan (h) yang memiliki persamaan berbeda. Berdasarkan perbedaan variabel tersebut siswa akan menerima secara obyektif dan jujur saat melakukan perhitungan kuat medan gravitasi bumi tersebut.

3) Teori Belajar Ausubel

Menurut Ausubel dalam Ratna Wilis Dahar (1989 : 110-111) belajar dapat diklasifikasikan kedalam dua dimensi. Dimensi pertama berhubungan dengan cara informasi atau materi pelajaran disajikan pada siswa, melalui penerimaan atau penemuan. Dalam materi yang disajikan, informasi dapat dikomunikasikan pada

siswa baik dalam bentuk belajar penerimaan yang menyajikan informasi itu dalam bentuk final, maupun dengan bentuk belajar penemuan yang mengharuskan siswa untuk menemukan sendiri sebagian atau seluruh materi yang akan diajarkan. Dimensi kedua menyangkut cara bagaimana siswa dapat mengaitkan informasi itu pada struktur kognitif yang telah ada. Struktur kognitif adalah fakta-fakta, konsep-konsep dan generalisasi-generalisasi yang telah dipelajari dan diingat oleh siswa. Pada tingkatan kedua ini siswa menghubungkan atau mengaitkan informasi itu pada pengetahuan (berupa konsep-konsep atau lain-lain) yang telah dimilikinya; dalam hal ini terjadi **belajar bermakna**. Akan tetapi, siswa dapat juga hanya mencoba-coba menghafalkan informasi baru itu, tanpa menghubungkannya pada konsep-konsep yang telah ada dalam struktur kognitifnya; dalam hal ini terjadi **belajar hafalan**.

Inti dari teori Ausubel tentang belajar bermakna merupakan suatu proses mengaitkan informasi baru pada konsep-konsep relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang. Walaupun kita tidak mengetahui mekanisme biologi tentang memori atau disimpannya pengetahuan, kita mengetahui bahwa informasi disimpan di daerah-daerah tertentu dalam otak. Banyak sel otak yang terlibat dalam penyimpanan pengetahuan itu. Dengan berlangsungnya belajar dihasilkan perubahan-perubahan dalam sel-sel otak, terutama sel-sel yang telah menyimpan informasi yang mirip dengan informasi yang sedang dipelajari.

Pada kenyataannya, banyak guru dan bahan-bahan pelajaran jarang sekali memandu para siswa untuk menentukan dan menggunakan konsep-konsep relevan dalam struktur kognitif mereka untuk mengasimilasikan pengetahuan baru, dan akibatnya para siswa hanya terjadi belajar hafalan. Lagi pula sistem evaluasi di

sekolah menghendaki hafalan, jadi timbul pikiran pada para siswa untuk apa bersusah payah belajar secara bermakna.

Ausubel lebih lanjut menyatakan banyak ahli pendidikan menyamakan belajar penerimaan dengan belajar hafalan, sebab mereka berpendapat bahwa belajar bermakna hanya terjadi jika siswa menemukan sendiri pengetahuan. Ratna Wilis Dahar mengemukakan langkah-langkah mengajar dalam menerapkan teori Ausubel (1989 : 177-121) terdapat beberapa konsep-konsep dan prinsip-prinsip lain yang perlu diperhatikan, yaitu : pengatur awal (*advance organizer*), *diferensiasi progresif*, penyesuaian integratif, dan belajar *superordinat*. Pengatur awal (*advance organizer*) merupakan langkah awal dalam mengarahkan para siswa ke materi yang akan mereka pelajari, dan menolong mereka untuk mengingat kembali informasi yang berhubungan yang dapat digunakan dalam membantu menanamkan pengetahuan baru. *Diferensiasi progresif* merupakan langkah pengembangan konsep-konsep yang berlangsung dari konsep paling umum, paling inklusif kemudian lebih mendetail dan selanjutnya lebih khusus. Contoh pengajaran fisika berdiferensiasi progresif pada pokok bahasan gravitasi bumi dalam mempelajarinya diperlukan pemetaan konsep berpikir dari gravitasi bumi dibagi menjadi gaya gravitasi bumi, kuat medan gravitasi bumi, energi potensial gravitasi bumi, potensial gravitasi bumi, hukum kekekalan energi mekanik. Gaya gravitasi bumi, kuat medan gravitasi bumi, energi potensial dan potensial gravitasi bumi dapat dijabarkan masing-masing dalam posisi untuk dua benda sumber yang mempengaruhi satu benda obyek (dua benda segaris atau membentuk sudut), gaya gravitasi untuk tiga benda atau lebih sumber yang mempengaruhi satu benda obyek dalam beberapa posisi (segitiga sama sisi, bujur sangkar, persegi atau layang-layang). Penyesuaian integratif atau rekonsiliasi

integratif merupakan langkah yang ditempuh dalam menyusun materi-materi pelajaran agar memiliki herarki-herarki konseptual ke atas dan ke bawah selama informasi disajikan. Hal ini dapat dilakukan dengan memulai konsep umum, tetapi kita perlu memperlihatkan bagaimana terkaitnya konsep-konsep subordinat, dan kemudian bergerak kembali melalui contoh-contoh ke arti baru bagi konsep yang tingkatnya lebih tinggi. Belajar *superordinat* terjadi, jika konsep-konsep yang telah dipelajari sebelumnya dikenal sebagai unsur-unsur dari suatu konsep yang lebih luas, lebih inklusif.

4) Teori Belajar Vygotsky

Teori belajar Vygotsky juga merupakan salah satu teori penting dari psikologi perkembangan. Sumbangan paling penting teori belajar ini adalah menekankan pada hakekat sosiokultural dari pembelajaran. Vygotsky yakin bahwa pembelajaran terjadi apabila pembelajar bekerja atau belajar menangani tugas-tugas itu masih berada pada tingkat kemampuan atau sering dikenal sebagai *zone of proximal development* mereka. *Zone of proximal development* adalah tingkat perkembangan sedikit di atas perkembangan seseorang saat itu. Vygotsky lebih jauh yakin bahwa : “Fungsi mental yang lebih tinggi pada umumnya muncul dalam percakapan atau kerjasama antar individu sebelum fungsi mental yang lebih tinggi itu terserap dalam individu tersebut”. (Slavin, 1994 : 49). Ide penting lain yang dikembangkan dari teori belajar Vygotsky adalah *scaffolding*. *Scaffolding* berarti memberikan kepada seseorang sejumlah besar bantuan pada tahap-tahap awal pembelajaran, kemudian sedikit demi sedikit mengurangi bantuan tersebut dan memberikan kepada pembelajar untuk mengambil alih tanggungjawab yang semakin besar segera setelah ia dapat

melakukannya. Terdapat dua implikasi utama teori belajar Vygotsky yang dikutip Slavin (1994 : 49).

Pertama, adalah dikehendakinya seting kelas berbentuk pembelajaran kooperatif antar siswa, sehingga siswa dapat berinteraksi di sekitar tugas-tugas yang sulit dan saling memunculkan strategi-strategi pemecahan masalah yang efektif di dalam masing-masing *zone of proximal development scaffolding* dengan siswa semakin lama semakin bertanggungjawab terhadap pembelajarannya sendiri.

Scaffolding adalah bantuan untuk belajar dan pemecahan masalah. Bantuan tersebut dapat berupa petunjuk, peringatan, dorongan, menguraikan masalah ke dalam langkah-langkah pemecahan masalah, pemberian contoh atau apapun yang lain, yang memungkinkan pembelajar semakin tumbuh mandiri.

c. Pandangan Konstruktivisme tentang Belajar

Teori-teori pembelajaran kognitif dalam psikologi pendidikan dapat dikelompokkan dalam pandangan konstruktivisme tentang belajar yang menyatakan bahwa “siswa harus menemukan sendiri dan mentransformasikan informasi kompleks, mengecek informasi baru dengan aturan-aturan lama dan merevisinya apabila aturan-aturan itu tidak lagi sesuai” (Muhammad Nur dan Muchlas Samani, 1996 : 2). Menurut teori ini berarti guru tidak hanya sekedar memberikan pengetahuan kepada siswa, tetapi siswa harus membangun sendiri pengetahuan di dalam pikirannya. Seorang guru dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk menerapkan ide-ide mereka sendiri dan membelajarkan siswa agar secara sadar menggunakan strategi mereka sendiri untuk belajar.

Penganut konstruktivisme ini meyakini bahwa pengetahuan itu ada dalam diri seseorang yang sedang belajar. Pengetahuan tidak dapat dipindahkan begitu saja dari seorang guru kepada siswa sehingga siswa sendiri yang harus mengartikan apa yang

telah diajarkan dengan menyesuaikan terhadap pengalaman-pengalaman mereka. Menurut pandangan ini seorang siswa membangun melalui berbagai jalur yakni membaca, mendengarkan, bertanya, menelusuri dan melakukan eksperimen terhadap lingkungannya.

Tujuan pendidikan konstruktivisme adalah menghasilkan individu yang memiliki kemampuan berpikir untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi. Kurikulum yang berlaku di sekolah dirancang agar sesuai dengan situasi yang memungkinkan pengetahuan dan ketrampilan dapat dikonstruksi oleh peserta didik.

d. Prestasi Belajar.

Untuk mengetahui hasil aktivitas seseorang atau sekelompok orang perlu diadakan evaluasi. Demikian pula halnya aktivitas belajar yang dilakukan siswa. Evaluasi tersebut perlu, baik untuk siswa maupun untuk guru pengampu mata pelajaran yang bersangkutan. Evaluasi terhadap siswa dapat berguna untuk mengetahui sejauh mana mereka dapat menguasai materi mata pelajaran yang telah ditempuhnya. Untuk siswa yang telah mencapai kompetensi dasar minimal atau lebih tinggi, maka dapat mempertahankan dalam belajar atau lebih baik meningkatkannya. Sedangkan siswa yang belum mencapai kompetensi dasar minimal, maka perlu dilakukan special treatment dengan bimbingan secara berkala yang diatur oleh sekolah.

Evaluasi untuk pengajar atau guru diperlukan dalam mengamati sejauh mana proses pembelajaran yang dilakukannya dapat dipahami atau diterima siswa. Untuk melihat sejauh mana mata pelajaran tertentu dapat diterima dengan baik dapat ditinjau berdasarkan ; **Pertama**, apakah pembelajaran telah sesuai dengan kompetensi dasar siswanya. **Kedua**, untuk mata pelajaran fisika perlu ditunjang

dengan dasar-dasar matematika yang cukup kuat. Sehingga siswa yang dasar matematikanya lemah dapat dilakukan pengulangan materi (*remedial teaching*) tentang dasar-dasar matematika yang menujng dalam materi fisika tersebut. **Ketiga**, apakah metode pembelajaran yang digunakan dan yang diterapkan sudah sesuai dengan kurikulum yang saat itu diberlakukan.

Namun pengertian test dapat juga diartikan sebagai suatu prosedur khusus yang merupakan bagian dari pengukuran secara keseluruhan. Dengan perkataan lain test dengan pengukuran merupakan dua hal yang saling berkaitan dan tidak terpisahkan satu dengan yang lainnya. Dalam hubungannya dengan tujuan pembelajaran, dikenal konsep test hasil belajar yang berarti mengungkap keberhasilan belajar atau sering disebut sebagai prestasi belajar seseorang. Jika seseorang atau sekelompok orang yang sepadan atau setingkat pada suatu jenjang tertentu dalam suatu periode yang telah ditentukan telah menerima serangkaian proses pembelajaran dalam suatu paket belajar tertentu, kemudian dilakukan evaluasi hasil belajar mereka. Untuk mengevaluasi atau mengukur hasil belajar. Berbagai bentuk test yang digunakan di sekolah antara lain : test pilihan ganda, test uraian, test jawaban pendek, test jawaban benar-salah, test esay dan masih banyak lagi bentuk test yang sering digunakan. Berbagai bentuk test tersebut memiliki tujuan yang sama, yaitu mengukur hasil belajar para pembelajar atau mengukur prestasi pembelajar.

Menurut Saifudin Aswar (1987 : 13) menyatakan bahwa “prestasi” adalah hasil yang telah dicapai oleh siswa dalam belajar. Sedangkan Winkel (1983 : 24) mengartikan bahwa “prestasi” adalah bukti keberhasilan usaha yang dapat dicapai. Dari pengertian diatas bahwa ada penekanan inti yang sama, yaitu prestasi selalu ada hasil yang dicapai lewat kerja dan usaha dalam kegiatan tertentu.

2. Pembelajaran

Secara formal proses belajar berlangsung di kelas. Dengan demikian tidak terlepas dari peranan guru sebagai pengajar dan siswa yang menerima pelajaran, sehingga terjadi proses belajar mengajar atau dikenal sebagai proses pembelajaran yang melibatkan siswa dan guru sebagai bagian dari komponen-komponennya. Proses pembelajaran adalah sesuatu yang terorganisasi, seperti yang disebutkan oleh Davis, bahwa :” *A learning system is an organized combination of people, materials, facilities, equipments, and procedures which interact to achive a goa*” (222). Berdasarkan kutipan di atas pembelajaran merupakan sistem organisasi yang melibatkan berbagai komponen yang meliputi orang, benda, fasilitas, peralatan yang mengalami interaksi untuk mencapai suatu tujuan. Secara umum pembelajaran dapat berarti serangkaian aktivitas yang diprogramkan sehingga terjadi proses belajar bagi pembelajar. Karena dalam pembelajaran diperlukan berbagai fasilitas, dan fasilitas tersebut mengalami perkembangan seiring dengan perkembangan teknologi yang demikian cepat, maka proses pembelajaran pun mengiringi perkembangan tersebut.

Dengan perkembangan teknologi akan berpengaruh terhadap perkembangan fasilitas pembelajaran sebagai medianya. Sedangkan perkembangan media pembelajaran akan menentukan pengaruh terhadap pendekatan dan metodenya. Disamping pengaruh media, perkembangan pembelajaran terjadi berdasarkan karakteristik dari materi ajarnya. Dari berbagai perkembangan pendekatan pembelajaran dan dengan pertimbangan karakteristik materi ajarnya, yaitu gravitasi bumi, maka dalam penelitian ini peneliti memilih pendekatan kooperatif untuk proses pembelajaran yang akan dilaksanakan.

Model pembelajaran kooperatif, bukan strategi pembelajaran, bukan metode pembelajaran, bukan prinsip pembelajaran, atau bukan prosedur pembelajaran kooperatif. Istilah model pembelajaran diambil karena model mempunyai makna yang lebih luas. Model menyangkut pendekatan pembelajaran yang luas dan menyeluruh. Jadi satu model pembelajaran dapat menggunakan sejumlah keterampilan metodologis dan procedural tertentu. Istilah model mempunyai empat ciri khusus, yang berfungsi sebagai landasan dasar pemikiran-pemikiran yang rasional, apa dan bagaimana murid belajar, bagaimana tingkah laku mengajar yang dibutuhkan agar model dapat berjalan semestinya, dan lingkungan belajar yang seperti apa yang diharapkan agar tujuan pembelajaran kooperatif dapat tercapai.

Model pembelajaran kooperatif menuntut kerjasama siswa dan ketergantungan dalam struktur tugas, tujuan, dan hadiah. Struktur tugas mengacu pada jenis-jenis tugas kognitif dan sosial yang memerlukan model pembelajaran dan materi pelajaran yang berbeda. Struktur tujuan dan hadiah, keduanya mengacu kepada tingkat kooperasi (kerjasama) atau kompetensi yang dibutuhkan siswa. Adapun ciri-ciri model pembelajaran kooperatif adalah :

- a. Siswa bekerja dalam kelompok secara kooperatif untuk menuntaskan materi belajarnya, sehingga semua anggota kelompok faham betul dengan materi yang dipelajarinya.
- b. Kelompok terdiri dari siswa yang mempunyai kemampuan tinggi, sedang, dan kemampuan rendah.
- c. Anggota kelompok berasal dari suku bangsa, budaya, dan jenis kelamin yang berbeda-beda.
- d. Penghargaan lebih condong ke penghargaan kelompok daripada individu.

- e. Siswa menerima dan menyadari akan adanya keragaman dan mampu mengembangkan ketrampilan sosial.

Model pembelajaran kooperatif dapat juga digunakan untuk mempelajari materi, namun juga untuk menumbuhkembangkan keterampilan-keterampilan kooperatif. Keterampilan ini berfungsi untuk melancarkan hubungan kerja dan tugas. Hubungan kerja dapat dibangun dengan mengembangkan komunikasi antar anggota kelompok. Peranan tugas dapat dilakukan dengan membagi-bagi tugas kepada anggota kelompok. Adapun yang termasuk keterampilan kooperatif, yaitu : (1) mengelaborasi (memperjelas, misalnya dengan memberi contoh), (2) memeriksa dengan cermat dan tepat, (3) menanyakan kebenaran, (4) menetapkan tujuan, (5) berkompromi (Ahmad Abu Hamid, 2004 : 88).

Langkah-langkah pembelajaran kooperatif terdapat enam fase. **Fase pertama**, pelajaran dimulai dengan guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan memotivasi siswa. **Fase kedua**, guru menyajikan informasi lewat demonstrasi atau penyajian bahan bacaan. **Fase ketiga**, guru membagi siswa kedalam kelompok-kelompok kecil. **Fase keempat**, guru berkeliling untuk membimbing, membantu, dan menjawab pertanyaan-pertanyaan kelompok-kelompok kecil siswa. Dalam kegiatan ini guru membimbing siswa, sehingga siswa dapat memperoleh konsep materi yang dipelajarinya. **Fase kelima**, guru melakukan evaluasi, baik pada ranah kognitif, afektif, maupun psikomotoriknya. **Fase keenam**, guru memberikan penghargaan kepada siswa atau kelompok siswa. Artinya, secara individu siswa mendapat penghargaan dalam prestasinya, baik prestasi kognitif, afektif, maupun psikomotoriknya. Secara kelompok, siswa dihargai prestasinya juga, misalnya

kekompakannya, menghormati perbedaan individu, mendorong partisipasi dan keterampilan sosial lainnya (Ahmad Abu hamid, 2004 : 89)

Enam fase model pembelajaran kooperatif dirangkum dalam tabel berikut :

Tabel 2.1. Fase Model Pembelajaran Kooperatif

Fase	Tugas Guru	Tingkah Laku Guru
I	1. Menyampaikan tujuan 2. Memotivasi Siswa	1. Guru menyampaikan kompetensi dasar, hasil belajar, dan indikatornya (tujuan pembelajaran) 2. Guru memberikan motivasi dan bimbingan kepada siswa, sehingga siswa termotivasi untuk mempelajari materi yang dipelajarinya.
II	Menyajikan informasi	1. Guru menyajikan informasi kepada siswa melalui demonstrasi. 2. Guru menyajikan informasi kepada siswa melalui penyediaan bahan bacaan.
III	Mengorganisasikan siswa ke dalam kelompok-kelompok belajar	1. Guru menjelaskan kepada siswa bagaimana caranya membentuk kelompok belajar. 2. Guru membantu setiap kelompok belajar agar mau dan mampu melakukan tugas-tuasnya.
IV	Membimbing kelompok bekerja dan belajar	1. Guru membimbing anggota kelompok belajar untuk melaksanakan tugas-tugasnya. 2. Guru membimbing anggota kelompok belajar dalam melaksanakan pembelajaran.
V	Evaluasi	1. Guru mengevaluasi prestasi belajar anggota

		<p>kelompok dalam ranah kognitif, afektif dan psikomotorik.</p> <p>2. Guru mengevaluasi hasil kerja kelompok melalui presentasi kelompok.</p> <p>3. Guru mengevaluasi ketrampilan kooperatif dan ketrampilan sosial lainnya melalui penampilan anggota kelompok dalam kerja kelompok.</p>
VI	Memberikan penghargaan	<p>1. Guru mencari cara-cara untuk menghargai upaya maupun hasil belajar anggota kelompok (individu).</p> <p>2. Guru mencari cara-cara untuk menghargai upaya dan hasil belajar kelompok.</p>

Konsep dasar pada pembelajaran kooperatif adalah bagaimana siswa dengan penekanan pada ketrampilan berkolaborasi. Dalam hal ini guru harus menetapkan kelompok kecil dan hubungan antar pribadi dalam hal ketrampilan kerjasama seperti memperhatikan kelompok, mengambil giliran, memperhatikan orang yang sedang berbicara dan mengecek untuk meyakinkan anggota lain di dalam memahami dan memufakati suatu jawaban dalam **Mantek Pembelajaran IPA Fisika** (Supriyadi, 2007 : 50).

Di dalam proses belajar mengajar dengan model kooperatif yang perlu dikerjakan oleh guru adalah selalu mengontrol situasi pembelajaran, mengidentifikasi kondisi kelompok, memperbaiki kondisi pengelompokan, menentukan materi, mengatur aktifitas dan kadang-kadang mengatur peran anggota kelompok. Kelompok tidak selamanya heterogen dan tidak selamanya homogen. Gunakan pengelompokan dengan anggota heterogen ketika dimungkinkan, kelompok heterogen meliputi para

siswa dengan kemampuan tinggi, rata-rata dan berkemampuan rendah. Pengelompokan yang heterogen akan mendorong adanya keanekaragaman pemikiran yang lebih besar. Jika mungkin gunakanlah pengelompokan homogen ketika akan melihat adanya ketrampilan spesifik menjadi tujuan pembelajaran dalam **Mantek Pembelajaran IPA Fisika** (Supriyadi, 2007 : 52).

Berdasarkan sumber *cooperative Learning*, (Robert E. Slavin, 2008, 9 – 16), metode-metode pembelajaran kooperatif dapat dirangkum sebagai berikut:

a. Pembelajaran Tim Siswa (PTS).

Metode *Student Team Learning* (Pembelajaran Tim Siswa) adalah teknik pembelajaran kooperatif yang dikembangkan dan diteliti oleh *John Hopkins University*. Metode ini menekankan penggunaan tujuan-tujuan tim dan sukses tim, yang hanya akan dapat dicapai apabila semua anggota tim bisa belajar mengenai pokok bahasan yang telah diajarkan pada siswa bukan melakukan sesuatu sebagai sebuah tim, tetapi belajar sesuatu sebagai sebuah tim. Tiga konsep penting bagi semua metode Pembelajaran Tim Siswa yaitu, penghargaan bagi tim, tanggungjawab individu, dan kesempatan sukses yang sama. Kesempatan sukses yang sama artinya, bahwa semua siswa memberi kontribusi kepada timnya dengan cara meningkatkan kinerja mereka dari yang sebelumnya. Ini akan memastikan bahwa siswa dengan prestasi tinggi, sedang dan rendah semuanya ditantang untuk melakukan yang terbaik, dan bahwa kontribusi dari semua anggota tim ada nilainya.

b. *Student Team-Achievement Division* (STAD).

Dalam STAD para siswa dibagi dalam tim belajar yang terdiri dari empat orang yang berbeda-beda tingkat kemampuan, jenis kelamin, dan latar belakang etniknya. Guru menyampaikan pelajarannya, lalu siswa bekerja dalam timnya untuk

memastikan bahwa semua anggota tim telah menguasai pelajarannya. Selanjutnya semua siswa mengerjakan kuis mengenai materi secara sendiri-sendiri, dimana saat itu mereka tidak diperbolehkan untuk saling bantu. Para siswa bekerja sama setelah guru menyampaikan materi pelajaran. Mereka boleh bekerja berpasangan dan membandingkan jawaban masing-masing, mendiskusikan setiap ketidak sesuaian, dan saling membantu satu sama lain jika ada yang salah dalam memahami.

Meskipun para siswa belajar bersama, mereka tidak saling bantu dalam mengerjakan kuis. Tiap siswa harus tahu materinya. Tanggung jawab individual seperti ini memotivasi siswa untuk member penjelasan dengan baik satu sama lainnya, Karen satu-satunya cara bagi tim untuk berhasil adalah dengan membuat semua anggota tim menguasai informasi atau kemampuan yang diajarkan. Karena skor tim didasarkan pada kemajuan yang dibuat anggotanya dibandingkan hasil yang dicapai sebelumnya (kesempatan sukses yang sama), semua siswa punya kesempatan yang sama untuk menjadi “bintang” tim dalam minggu tersebut, baik dengan memperoleh skor yang lebih tinggi dari rekor mereka sebelumnya maupun dengan membuat jawaban kuis yang sempurna, yang selalu akan memberikan skor maksimum tanpa menhiraukan rata-rata sor terakhir siswa.

c. *Team Games-Tournament (TGT)*

Metode ini menggunakan pelajaran yang sama yang disampaikan guru dan tim kerja yang sama seperti dalam STAD, tetapi menggantikan kuis dengan turnmen mingguan, dimana siswa memainkan game akademik dengan anggota tim lain untuk menyumbangkan poin bagi skor timnya. TGT memiliki banyak kesamaan dinamika dengan STAD, tetapi menambahkan dimensi kegembiraan yang diperoleh dari penggunaan permainan. Teman satu tim akan saling membantu dalam

mempersiapkan diri untuk permainan dengan mempelajari lembar kegiatan dan menjelaskan masalah-masalah satu sama lain, tetapi sewaktu siswa sedang bermain dalam *game* temannya tidak boleh membantu, memastikan telah menjadi tanggung jawab individual.

d. *Jigsaw II.*

Dalam Teknik ini, siswa bekerja dalam anggota kelompok yang sama, yaitu empat orang, dengan latar belakang yang berbeda seperti dalam STAD dan TGT. Para siswa ditugaskan untuk membaca bab, buku kecil, atau materi lain, biasanya bidang studi sosial, biografi, atau materi-materi yang bersifat penjelasan terperinci lainnya. Tiap anggota tim ditugaskan secara acak untuk menjadi “ahli” dalam aspek tertentu dari tugas membaca tersebut

e. *Team Accelerated Intruction (TAI)*

Dalam TAI para siswa memasuki sekuen individual berdasarkan tes penempatan dan kemudian melanjutkan dengan tingkat kemampuan mereka sendiri. Secara umum, anggota kelompok bekerja pada unit pelajaran yang berbeda. Teman satu tim saling memeriksa hasil masing-masing menggunakan lembar jawaban dan saling membantu dalam menyelesaikan berbagai masalah. Unit tes yang terakhir akan dilakukan tanpa bantuan teman satu tim dan skornya dihitung dengan monitor siswa. Tiap minggu, guru menjumlah angka dari tiap unit yang telah diselesaikan semua anggota tim dan memberikan sertifikat atau penghargaan tim lainnya untuk tim yang berhasil melampaui kriteria skor yang didasarkan pada angka tes terakhir ekstra yang telah dilakukan, dengan poin ekstra untuk lembar jawaban yang sempurna dan pekerjaan rumah yang telah diselesaikan (Slavin, 2008 : 15).

Namun demikian bagian individualisasi yang menjadi bagian dari TAI membuatnya menjadi sedikit berbeda dari STAD dan TGT. Dalam fisika, kebanyakan konsep dibangun dari konsep-konsep sebelumnya. Jika konsep sebelumnya tidak dapat dikuasai, akan sulit atau tidak mungkin untuk mempelajari konsep berikutnya, para siswa tidak dapat mengoperasikan matematik atau akan menguasai konsep operasional matematik yang lebih rumit, Para siswa yang tidak mampu mengoperasikan pecahan, maka akan kesulitan dalam memahami apa itu bilangan desimal, dan seterusnya.

f. *Cooperatif Integrated Reading and Composition (CIRC)*

CIRC merupakan progam komprehensif untuk mengajarkan membaca dan menulis pada kelas sekolah dasar pada tingkat yang lebih tinggi dan juga pada sekolah menengah (Madden, Slavin, dan Steven, 1986). Para siswa ditugaskan untuk berpasangan dalam tim mereka untuk belajar dalam serangkaian kegiatan yang bersifat kognitif, termasuk membacakan cerita satu sama lain, membuat prediksi mengenai bagaimana akhir dari sebuah cerita naratif, saling merangkum satu sama lain , menulis tanggapan terhadap cerita, dan melatih pengucapan, penerimaan, dan kosa kata. Para siswa juga belajar dalam timnya untuk menguasai gagasan utama dan kemampuan komprehensif lainnya (Slavin, 2008 : 16)

Dari seluruh makna esensi yang terkandung dalam *cooperative learning*, menuntut kemampuan pengampu menyusun panduan yang mampu menggugah motivasi dan menanamkan kreativitas siswa, tertanam semangat bersaing yang positif diantara sesama siswa. Sedangkan siswa dituntut aktivitasnya yang penuh baik dalam belajar, mencari sumber belajar dan juga aktif berkonsultasi terhadap

guru bila ada berbagai masalah yang belum mampu dipecahkan baik sendiri maupun dengan anggota kelompok diskusinya.

3. Metode Pembelajaran

Metode pembelajaran merupakan suatu cara atau langkah yang dilakukan pengampu dalam usahanya untuk membelajarkan pembelajar. Dengan metode yang dipilih diharapkan dapat meningkatkan proses belajar bagi pembelajar, sehingga efisiensi dan efektivitas tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan baik. Dalam perjalanan waktu, metode pembelajaran mengalami perkembangan seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan itu sendiri. Dalam beberapa dekade yang lalu telah berkembang metode yang dikenal *teacher oriented*, dimana pengampu merupakan satu-satunya sumber belajar dan siswa sebagai obyek pembelajaran yang hanya menerima apa yang disajikan oleh guru pengampu.

Namun metode ini sekarang sudah banyak yang ditinggalkan karena dianggap sudah tidak lagi sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Selanjutnya kini berkembang berbagai metode yang diharapkan pembelajar ikut aktif dalam proses pembelajaran yang berlangsung, sehingga terjadi komunikasi aktif antara pengampu dengan pembelajar dan antara pembelajar yang satu dengan pembelajar yang lainnya. Untuk tujuan tersebut dalam penelitian ini pembelajaran dilaksanakan dengan metode problem solving dan metode pemberian tugas perorangan. Metode tersebut dipilih sesuai dengan metode yang dikembangkan dalam pembelajaran kooperatif. Dengan pendekatan tersebut melalui metode yang dipilih, diharapkan tujuan pembelajaran yang diprogramkan dapat tercapai dengan baik.

a. Metode Problem Solving

Pemecahan masalah didefinisikan sebagai suatu proses penghilangan perbedaan atau ketidak-sesuaian yang terjadi antara hasil yang diperoleh dan hasil yang diinginkan seperti dikutip dari (Hunsaker, 2005) dalam <http://sarengbudi.web.id/wp-content/uploads/problem-solving.doc> (Budiman Pranata). Salah satu bagian dari proses pemecahan masalah adalah pengambilan keputusan (*decision making*), yang didefinisikan sebagai memilih solusi terbaik dari sejumlah alternatif yang tersedia (Hunsaker, 2005). Pengambilan keputusan yang tidak tepat, akan mempengaruhi kualitas hasil dari pemecahan masalah yang dilakukan.

Sedangkan definisi masalah adalah suatu keadaan yang tidak sesuai dengan harapan yang kita inginkan. Kemampuan untuk melakukan pemecahan masalah adalah ketrampilan yang dibutuhkan hampir semua orang dalam setiap aspek kehidupannya <http://sarengbudi.web.id/wp-content/uploads/problem-solving.doc> (Budiman Pranata)

Metode ini merupakan salah satu pendekatan pemecahan masalah yang sering dilakukan serta bias meningkatkan kualitas individu, karena bagaimanapun metode ini akan menuntut seseorang untuk lebih kreatif dalam menganalisa dari sebuah permasalahan. Keberhasilan metode ini sangat bergantung pada kepintaran individu atau pemimpin yang terlibat pada masalah tersebut.

Pemecahan masalah secara analitis

Langkah-langkah pemecahan masalah secara analitis :

1) Menganalisa Masalah

Pada bagian ini kita dituntut untuk dapat menganalisa atau melakukan diagnosa terhadap suatu kejadian, peristiwa atau situasi supaya kita dapat fokus pada masalah

yang sebenarnya, karena sering sekali kita dalam melakukan pemecahan masalah terjebak pada gejala yang timbul dari masalah tersebut.

Agar kita dapat memfokuskan perhatian kita pada masalah sebenarnya, dan bukan pada gejala-gejala yang muncul, maka dalam proses mendefinisikan suatu masalah diperlukan upaya untuk mencari informasi yang diperlukan sebanyak-banyaknya, agar masalah dapat didefinisikan dengan tepat.

Berikut ini merupakan beberapa karakteristik mendefinisikan masalah yang baik: (a) Fakta dipisahkan dari opini atau spekulasi dan data obyektif dipisahkan dari persepsi, (b) semua pihak yang terlibat diperlakukan sebagai sumber informasi, (c) masalah harus dinyatakan secara eksplisit/tegas. Hal ini seringkali dapat menghindarkan kita dari perbuatan definisi yang tidak jelas, (d) definisi yang kita buat harus menyatakan dengan jelas adanya ketidaksesuaian antara standar atau harapan yang telah ditetapkan sebelumnya dan kenyataan yang terjadi, (e) definisi yang dibuat harus menyatakan dengan jelas, pihak-pihak yang terkait atau berkepentingan dengan terjadinya masalah.

2) Membuat alternatif pemecahan masalah

Pada tahap ini kita diharapkan dapat memilih hanya satu solusi, sebelum alternatif solusi-solusi yang ada diusulkan, dengan memilih satu solusi masalah yang ditawarkan akan menjadikan kualitas pemecahan masalah lebih efektif dan efisien. Berikut beberapa karakteristik pembuatan alternative masalah : (a) semua alternatif yang ada sebaiknya diusulkan dan dikemukakan terlebih dahulu sebelum kemudian dilakukannya evaluasi terhadap mereka, (b) alternatif-alternatif yang ada diusulkan oleh semua orang yang terlibat dalam penyelesaian masalah. Semakin banyak orang yang mengusulkan alternatif akan dapat meningkatkan kualitas solusi dan

penerimaan kelompok, (c) alternatif-alternatif yang diusulkan harus sejalan dengan tujuan atau kebijakan organisasi. Kritik dapat menjadi penghambat baik terhadap proses organisasi maupun proses pembuatan alternative pemecahan masalah, (d) alternatif-alternatif yang diusulkan perlu mempertimbangkan konsekuensi yang muncul dalam jangka pendek, maupun jangka panjang, (e) alternatif-alternatif yang ada saling melengkapi satu dengan lainnya. Gagasan yang kurang menarik dapat menjadi gagasan yang menarik jika dikombinasikan dengan gagasan-gagasan lainnya, (f) alternatif-alternatif yang diusulkan harus dapat menyelesaikan masalah yang telah didefinisikan dengan baik. Masalah lainnyapun yang muncul mungkin juga penting, namun dapat diabaikan jika tidak secara langsung mempengaruhi pemecahan masalah utama yang sedang terjadi.

3) Mengevaluasi alternatif-alternatif pemecahan masalah.

Pada langkah ini kita dituntut untuk berhati-hati memberikan penilaian terhadap keuntungan maupun kerugian dari alternatif-alternatif yang telah dibuat. Langkah-langkah pengevaluasian ini harus berdasarkan : **Pertama**, Tingkat kemungkinannya untuk dapat menyelesaikan masalah tanpa menyebabkan terjadinya masalah lain yang tidak diperkirakan sebelumnya. **Kedua**, Tingkat penerimaan dari semua orang yang terlibat di dalamnya. **Ketiga**, Tingkat kemungkinan penerapannya.

Berikut ini merupakan karakteristik-karakteristik dari evaluasi alternative-alternatif pemecahan masalah yang baik : (a) alternatif-alternatif yang ada dinilai secara relatif berdasarkan suatu standar yang optimal dan bukan sekedar standar yang memuaskan, (b) penilaian terhadap alternatif-alternatif yang ada dilakukan secara sistematis, sehingga semua alternative yang diusulkan akan dipertimbangkan, (c)

alternative-alternatif yang ada dinilai berdasarkan kesesuaian dengan tujuan organisasi dan mempertimbangkan preferensi dari orang-orang yang terlibat didalamnya, (d) alternative-alternatif yang ada dinilai berdasarkan dampak yang mungkin ditimbulkannya, baik secara langsung maupun tidak langsung, (e) alternatif yang paling dipilih dinyatakan secara eksplisit/tegas <http://sarengbudi.web.id/wp-content/uploads/problem-solving.doc>. Salah satu alternative bagan dalam metode memecahkan masalah (*problem solving method*)

b. Metode Pemberian Tugas

Metode pemberian tugas sering dikacaukan dengan resitasi yang mempunyai pengertian seperti dikatakan Arends. Richard I dalam bukunya yang berjudul *Classroom Instruction and Management : ...teachers ask students a series of lower level on factual questions aimed at checking how well they understand a particular idea or concept*” (1977 : 200). Resitasi hanya berfungsi untuk mengecek kemampuan siswa dalam tingkat yang rendah dan tidak digunakan untuk meningkatkan kemampuan intelektualnya. Sedangkan metode pemberian tugas dilaksanakan untuk meningkatkan kemampuan kognitif siswa seperti dikatakan Davix et all : “*Many tasks are done at the cognitive ...*”(139). Metode pemberian tugas yang diprogramkan dalam penelitian ini diberikan melalui serangkaian pertanyaan dan petunjuk sumber yang diperlukannya. Dalam hal ini guru memberikan tugas tertentu kepada siswa dan memberikan keleluasaan kepada siswa untuk bekerja sendiri di ruang kelas, di laboratorium atau di graha (tempat tinggal siswa), selanjutnya guru membimbing secara individual kepada siswa langkah-langkah pemecahan masalah dari tugas yang diberikan atau memberikan beberapa

rambu-rambu dalam menemukan langkah pemecahan masalah. Pada waktunya, guru memberikan penilaian tertentu terhadap kemampuan individual siswa yang telah mencoba memberikan alternatif pemecahan masalah sesuai dengan kemampuan masing-masing siswa. Jika dijumpai kesulitan dalam menganalisa persoalan, siswa selain mencoba konsultasi kepada guru, maka dapat pula mencari referensi di perpustakaan terhadap materi yang relevan atau mencoba berdiskusi dengan sesama siswa. Untuk mencapai suatu prestasi yang optimal diperlukan waktu yang cukup lama atau kecakapan tertentu dari siswa.

4. Hakekat Fisika

Sains terdiri atas tiga komponen yang tidak dapat dipisahkan sebagaimana diungkapkan oleh Carin (1997 : 6). *“The Cyclical nature and interrelationship of three elements of sciencing: scientific attitude and processes, scientific product and investigating phenomena of nature. These three elements are cyclical and interrelated. They are absolutely inseparable and affect each other”*. Hubungan yang siklik antara tiga elemen sains yaitu sikap dan proses ilmiah, produk ilmiah dan investigasi fenomena alam. Ketiganya tidak dapat dipisahkan dan saling mempengaruhi satu dengan lainnya.

Depdiknas, (2002) menyatakan bahwa fisika adalah bangun pengetahuan yang menggambarkan usaha, temuan, wawasan dan kearifan yang bersifat kolektif dari umat manusia. Disamping itu fisika merupakan aktifitas manusia yang bertujuan menemukan keterkaitan alam melalui pengamatan, pengukuran, dan eksperimen. Sebagai bangun pengetahuan, fisika tersusun atas fakta, konsep, prinsip, hukum dan

teori. Sedangkan sebagai aktifitas , fisika merupakan cara berpikir yang bersifat dinamis dalam rangka menemukan kebenaran suatu ilmu.

Menurut Gerthen dan Dahmen dalam Druxes, Born dan Siemsen (1980 : 3) mengemukakan bahwa “ Fisika adalah suatu teori yang menjelaskan gejala-gejala seserhananya dan berusaha menemukan persoalannya ialah mengamati kenyataan-kenyataan tersebut”. Sedangkan menurut Crowell (2005 : 23) “*Physics is the use of the scientific method to find out the basic principles governing light and matter, and to discover the implications of those laws*”. Penggunaan metode ilmiah dalam fisika untuk mendapatkan prinsip-prinsip dasar tentang cahaya dan materi, dan untuk menemukan implikasi hukum-hukum tentang cahaya dan materi tersebut. Dari pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa fisika adalah pengetahuan yang mempelajari kejadian-kejadian bersifat fisik yang mencakup proses, produk dan sikap ilmiah bersifat siklik dan saling berhubungan. Produk merupakan kumpulan pengetahuan dapat berupa fakta, konsep, prinsip hukum dan teori. Proses merupakan langkah-langkah yang harus ditempuh untuk memperoleh pengetahuan misalnya mengamati, menafsirkan pengamatan, mengklasifikasi, meramalkan, menerapkan konsep, merencanakan percobaan, berkomunikasi dan menyimpulkan. Sikap ilmiah terbentuk saat melakukan proses, misalnya obyektif dan jujur pada saat mengumpulkan dan menganalisis data.

5. Kreativitas

Salah satu fungsi pokok pendidikan adalah menyiapkan generasi mendatang yang lebih baik dari generasi saat ini. Jika kehidupan mendatang sarat dengan problema dan tantangan yang kompleks, maka menjadi tugas pendidik untuk menyiapkan generasi mendatang yang mampu menjawab problema dan tantangan

yang dihadapinya. Oleh karena itu pendidikan harus dirancang sedemikian rupa untuk dapat mengantisipasi persoalan tersebut.

Untuk dapat menghadapi problema dan tantangan yang kompleks tersebut menuntut adanya manusia-manusia yang kreatif. Dengan kreativitas yang dimilikinya, mereka akan dapat menemukan jalan untuk mengatasi semua persoalan yang dihadapi. Melalui kreativitas ini pula mereka akan dapat mempertahankan dan mengembangkan jati dirinya untuk dapat berdiri sama tinggi duduk sama rendah dengan bangsa lain.

Pendidikan merupakan suatu usaha sadar yang diarahkan untuk mengembangkan potensi siswa agar dapat diwujudkan dalam bentuk kemampuan , ketrampilan, sikap dan kepribadian yang sesuai dengan tujuan pendidikan nasional. Diantara tujuan pendidikan nasional “yakni membentuk manusia Indonesia yang sehat jasmani dan rohani, memiliki pengetahuan dan ketrampilan, dapat mengembangkan kreativitas dan tanggung jawab, menumbuhkan sikap demokrasi, mengembangkan kecerdasan yang tinggi dan sebagainya”. (Soekidjo Notoatmodjo, 2003 : 42)

Dalam pengertian umum, kreativitas sering kali dikaitkan dengan pribadi yang tidak seperti lazimnya, menentang arus, bandel, suka menciptakan hal-hal yang baru, suka menelorkan kreasi-kreasi baru. Secara teknis tidak dapat dijumpai adanya rumusan yang jelas, tegas, dan tuntas tentang konsep kreativitasnya.

Kreativitas memiliki pengertian yang berbeda-beda. Perbedaan dalam memberikan pengertian kreativitas tergantung dari aspek mana yang mendapat penekanan dalam suatu pengertian. Karena beragamnya pengertian kreativitas, maka pengertian kreativitas tergantung dari mana kreativitas didefinisikan.

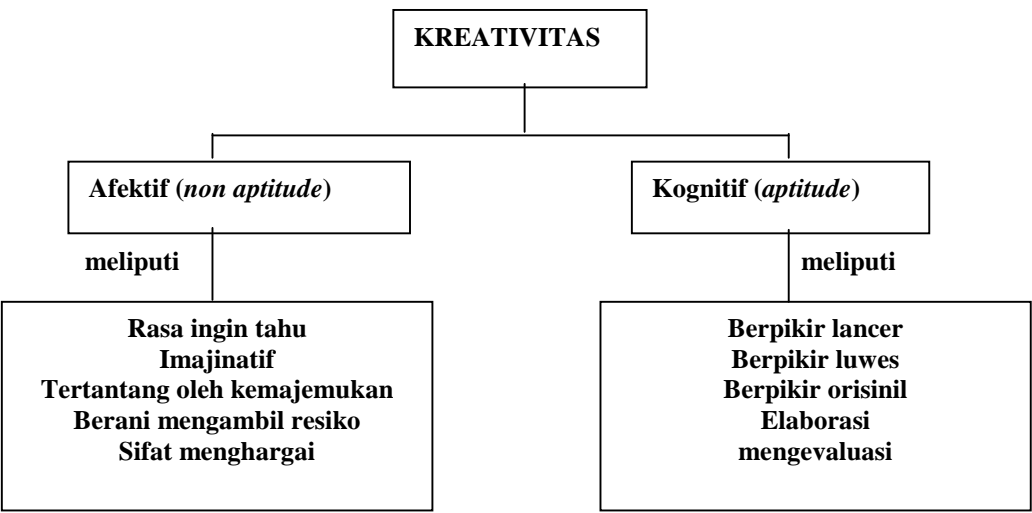
Kreativitas merupakan salah satu bentuk aktualisasi diri manusia yang paling hakiki didalamnya melibatkan kemampuan berrasional, kemampuan emosional atau perasaan, bakat khusus, kemampuan berimajinasi, berintuisi dan berfantasi (Conny Semiawan, 1988 : 66). Dalam pengertian kreativitas dari sumber lain mengatakan bahwa kreativitas merupakan kemampuan untuk menciptakan hal-hal baru yang membedakan manusia dari mesin dan binatang. Faktor kreativitas inilah yang memungkinkan manusia untuk mengubah dan memperkaya dunianya melalui penemuan-penemuan dalam bidang ilmu, teknologi, seni, serta bidang-bidang lainnya. Arasten (1976) dalam Utami Munandar (1999) mengibaratkan kreativitas sebagai benih bagi tanaman, ovum bagi bayi. Melalui kreativitas dimungkinkan dihasilkan ilmu serta seni dalam waktu dan jumlah yang tak terbatas.

Kreativitas dapat dipandang sebagai proses memikirkan berbagai gagasan atau pemecahan masalah. Proses pemikiran yang kreatif memiliki perbedaan dengan proses berpikir analitis. Dalam berpikir analitis berlaku peraturan yang memungkinkan suatu pendekatan logis, vertikal, yang menuju jawaban tunggal atau dapat diramalkan. Berpikir kreatif bersifat holistik dan imajinatif dengan mempertimbangkan berbagai kemungkinan. Dalam berpikir kreatif pikiran akan menjelajahi semua persoalan untuk mencari jawaban terhadap suatu persoalan (Conny Semiawan, 1990). Kreativitas menurut Guilford dalam Utami Munandar (1999 : 65) “Kreativitas ialah berpikir divergen sebagai operasi mental yang menuntut penggunaan kemampuan berpikir kreatif meliputi kelancaran, kelenturan, orisinalitas dan elaborasi (perincian)”. Pendapat yang senada juga dikemukakan oleh Colin Rose, Malcolm J. Nicholl (2002 : 276) “Memperoleh pengetahuan latar belakang yang terinci tentang subjek tersebut adalah kunci kreativitas, karena hampir

semua gagasan baru adalah kombinasi ulang dari ide-ide yang ada. Jadi kreativitas adalah kemampuan untuk mengkombinasikan antara unsur-unsur yang baru dari hal-hal yang sudah ada sebelumnya.

Kreativitas pada hakekatnya berhubungan dengan penemuan mengenai sesuatu yang menghasilkan produk baru dari hal-hal yang telah ada. Moreno dalam Slameto (2003 : 146) mengungkapkan hubungan antara kreativitas dengan penemuan yaitu “yang penting dalam kreativitas itu bukanlah penemuan sesuatu yang belum pernah diketahui orang sebelumnya, melainkan bahwa produk kreativitas itu merupakan sesuatu yang baru bagi diri sendiri dan tidak harus merupakan sesuatu yang baru bagi orang lain”. Jadi dapat disimpulkan bahwa kreativitas merupakan kemampuan untuk mengkombinasikan antara unsur-unsur yang baru dari hal-hal yang sudah ada sebelumnya dan menerapkannya dalam pemecahan.

Kreativitas berhubungan dengan factor-faktor kognitif dan non kognitif. Hal ini diperlihatkan dalam cirri-ciri aptitude dan non aptitude dari kreativitas (Utami Munandar, 1999 : 88 – 93).



Gambar 2.1. Ciri-ciri Kreativitas ditinjau secara Afektif dan Kognitif

Dalam gambar 2.1. ditunjukkan ciri-ciri *non aptitude* dari kreativitas adalah ciri-ciri yang berhubungan dengan sikap dan perasaan, ciri-ciri *non aptitude* meliputi rasa ingin tahu, bersifat imajinatif, merasa tertantang oleh kemajemukan, mampu mengambil resiko dan sifat menghargai. Rasa ingin tahu mencakup selalu terdorong untuk mengetahui lebih banyak, mengajukan banyak pertanyaan dan peka dalam pengamatan. Imajinatif mencakup mampu memperagakan atau membayangkan hal-hal yang belum terjadi dan menggunakan khayalan tetapi mengetahui perbedaan antara khayalan dan kenyataan. Tertantang oleh kemajemukan mencakup terdorong untuk mengatasi masalah yang sulit, merasa tertantang oleh situasi yang rumit dan lebih tertarik pada tugas yang sulit. Sifat mengambil resiko mencakup berani memberikan jawaban meskipun belum tentu benar, tidak takut gagal mendapat kritik dan tidak ragu-ragu karena ketidakjelasan. Sifat menghargai mencakup dapat menghargai bimbingan dan pengarahan dalam hidup dan menghargai kemampuan dan bakat-bakat sendiri yang sedang berkembang. Ciri-ciri *aptitude* adalah ciri-ciri yang berhubungan dengan kognitif. Ciri-ciri *aptitude* meliputi : keterampilan berpikir lancar, berpikir luwes, berpikir orisinal, elaborasi/merinci dan mengevaluasi.

Kemampuan berpikir lancar mencakup kemampuan mencetuskan banyak gagasan, jawaban, penyelesaian masalah atau pertanyaan, memberikan banyak cara atau saran untuk melakukan banyak hal dan selalu memikirkan lebih dari satu jawaban. Keterampilan berpikir luwes mencakup kemampuan menghasilkan suatu gagasan, jawaban atau pertanyaan yang bervariasi, dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda, mencari alternative jawaban yang berbeda, mengubah cara pendekatan atau cara pemikiran. Keterampilan berpikir orisinal mencakup

kemampuan melahirkan ungkapan baru dan unik, mampu membuat kombinasi-kombinasi yang tidak lazim dari bagian-bagian atau unsur dan memikirkan cara yang tidak lazim untuk mengungkapkan diri.

Keterampilan mengelaborasi mencakup kemampuan memperkaya dan mengembangkan suatu gagasan atau produk, menambahkan atau merinci dengan detail dari suatu obyek sehingga lebih menarik. Keterampilan mengevaluasi mencakup kemampuan menentukan standar penilaian sendiri, mampu mengambil keputusan, mencetuskan dan melaksanakan gagasan.

Kreativitas sangat dibutuhkan oleh setiap orang, tetapi tidak semua orang memiliki kreativitas yang tinggi. Sampai saat ini, kreativitas masih kurang mendapat perhatian dalam pendidikan formal. “Di sekolah yang terutama dilatih adalah pengetahuan, ingatan dan kemampuan berpikir logis atau penalaran, yaitu kemampuan menemukan satu jawaban yang paling tepat terhadap masalah yang diberikan berdasarkan informasi yang tersedia” (Utami Munandar, 1999 : 45)

Proses pemikiran kreatif dilakukan melalui 4 tahap, yaitu :

- a. **Tahap persiapan** merupakan tahap pengumpulan informasi atau data yang diperlukan untuk memecahkan suatu masalah. Cara yang dilakukan antara lain menjajagi berbagai macam kemungkinan penyelesaian masalah (berfikir secara alternatif atau divergen).
- b. **Tahap inkubasi** merupakan tahap dimana individu seakan-akan melepaskan diri dari masalah untuk sementara waktu; dalam arti tidak memikirkan masalah tersebut secara sadar, tetapi meredamnya (inkubasi dalam bawah sadar). Tahap ini sangat penting artinya bagi proses timbulnya kreasi.

c. **Tahap iluminasi** merupakan tahap timbulnya pandangan (*insight*) atau gagasan baru, beserta proses-proses psikologis yang mengawali dan mengakhiri munculnya gagasan atau inspirasi baru.

d. **Tahap verifikasi** atau **tahap evaluasi** merupakan tahap pengujian inspirasi atau gagasan terhadap realita yang ada. Dalam hal ini diperlukan pemikiran kritis dan konvergen. Dalam berpikir kreatif proses berpikir divergen harus diikuti dengan proses berpikir konvergen (Utami Munandar, 1983).

6. Materi Ajar

a. Hukum Newton tentang Gravitasi

1) Gaya Gravitasi Antara Dua Partikel

Tiap partikel di alam semesta akan menarik partikel lain dengan gaya yang sebanding dengan perkalian massa masing-masing partikel dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak di antara kedua partikel ini. Jika m_1 dan m_2 massa kedua partikel dan r adalah jarak di antara keduanya, maka besar gaya di antara mereka adalah :

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{R^2} \quad (1)$$

Ruas kiri dan kanan pada persamaan (1) di atas tidak mempunyai dimensi yang sama. Untuk menyamakan dimensi kedua ruas kita harus mengalikan ruas kanan dengan suatu konstanta yang berdimensi G, sehingga persamaan (1) menjadi :

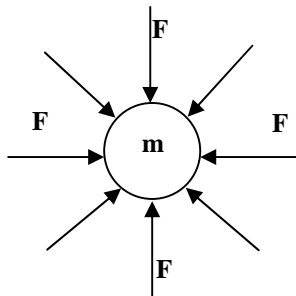
$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2} \quad (2)$$

Persamaan (2) dikenal sebagai persamaan gaya Newton tentang Gravitasi. Besar gaya F bekerja pada masing-masing massa, sebanding dengan hasil kali massa m_1

dan m_2 dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak r antara kedua massa tersebut. Konstanta pembanding G dikenal dengan nama konstanta gravitasi umum dalam sistem MKS mempunyai satuan Newton. Meter²/kilogram² atau disingkat N.m²/kg². Besarnya $G = 6,673 \times 10^{-11}$ N.m²/kg

2) Menggambar Vektor Gaya Gravitasi

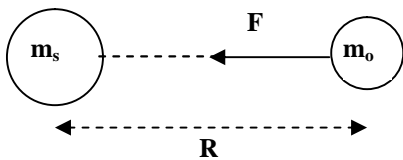
Gaya gravitasi digambarkan dari sebuah sumber partikel yang menimbulkan garis-garis vektor gravitasi seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Gaya gravitasi sebuah partikel

Gambar 2.2. menunjukkan vektor gaya gravitasi F dari sebuah partikel selalu menuju ke pusat massa partikel, artinya seluruh benda-benda partikel objek yang ada di sekitar massa partikel sumber di dalam pengaruh medan gravitasinya akan mendapat gaya tarik menuju massa partikel sumbernya.

Jika terdapat sebuah massa partikel objek m_o berada di dalam daerah pengaruh gravitasi sebuah massa partikel sumber m_s pada jarak r , maka dapat digambarkan vektor gaya gravitasi yang dialami pada massa partikel objeknya seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Gaya Gravitasi sebuah massa partikel objek

Pada gambar 2. interaksi antara sebuah massa partikel sumber m_s terhadap sebuah massa partikel objek m_o menghasilkan gaya gravitasi sebesar persamaan (3) sebagai berikut :

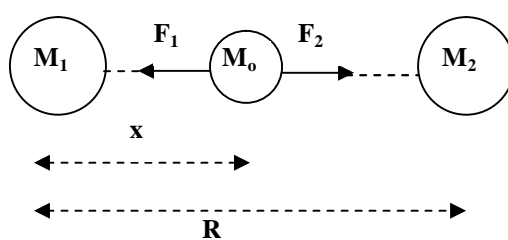
$$F = G \frac{m_s m_o}{R^2} \quad (3)$$

Pada persamaan (3) gaya gravitasi sebanding dengan massa partikel sumber dan massa partikel objek m_s dan m_o tetapi berbanding terbalik terhadap kuadrat jarak keduanya.

3) Resultan Gaya Gravitasi pada salah satu Massa Partikel Objek yang Dipengaruhi oleh Dua atau Lebih Massa Partikel Sumbernya.

a) Resultan Gaya Gravitasi diantara dua massa partikel sumber.

Gaya gravitasi yang dialami sebuah massa partikel objek (M_o) berada diantara garis penghubung pengaruh gravitasi dua buah massa partikel sumbernya (M_s) digambarkan pada gambar 2.4. sebagai berikut :



Gambar 2.4. Gaya Gravitasi massa objek (M_o) diantara dua massa sumbernya (M_s)

Besarnya gaya gravitasi yang dialami oleh massa objek dijabarkan sesuai dengan aturan dalam penggabungan dua buah vektor yang dipengaruhi oleh simpangan sudut antara dua buah vektor pembentuknya (F_1 dan F_2) sebagai berikut :

Gaya yang dihasilkan dari pengaruh massa partikel sumber pertama (M_1) :

$$F_1 = G \frac{M_1 M_o}{x^2} \quad (4)$$

Persamaan 4. menyatakan gaya gravitasi yang dialami massa partikel objek pengaruh dari gravitasi massa partikel sumber pertama (F_1) sama dengan hasil perkalian antara konstanta gravitasi umum (G) terhadap massa sumber 1 (M_1) dengan massa objek (M_o) dibagi dengan kuadrat jarak keduanya (x^2).

Gaya yang dihasilkan dari pengaruh massa partikel sumber kedua (M_2) :

$$F_2 = G \frac{M_2 M_o}{(R - x)^2} \quad (5)$$

Persamaan 5. menyatakan gaya gravitasi yang dialami massa partikel objek pengaruh dari gravitasi massa partikel sumber kedua (F_2) sama dengan hasil perkalian antara konstanta gravitasi umum (G) terhadap massa sumber 2 (M_2) dengan massa objek (M_o) dibagi dengan kuadrat selisih jarak kedua massa partikel sumber terhadap jarak massa sumber 1 terhadap massa objeknya $\{(R - x)^2\}$.

Resultan gaya dari persamaan 4 dan persamaan 5 dihasilkan dengan menentukan besar/nilai dari dua buah vektor melalui rumus cosinus :

$$F_R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 F_2 \cos \alpha \quad (6)$$

Karena sudut apit (α) antara kedua vektor gaya (F_1 dan F_2) membentuk sudut 180° , sehingga $\cos 180^\circ = -1$. Maka persamaan 6 akan menghasilkan resultan gaya sebagai berikut :

$$F_R^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2F_1 F_2, \text{ persamaan ini dapat ditulis :}$$

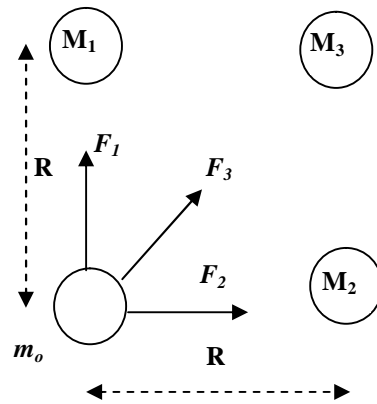
$$F_R^2 = F_1^2 - 2F_1 F_2 + F_2^2, \text{ atau menjadi :}$$

$$F_R^2 = (F_1 - F_2)^2 \text{ atau } F_R = F_1 - F_2 \quad (7)$$

Persamaan (7) adalah resultan dua buah vektor gaya gravitasi yang mengapit sudut 180° yang tidak lain adalah selisih antara dua buah gaya tersebut.

Jika sebuah massa partikel objek (m_o) dipengaruhi oleh tiga buah massa partikel sumber yang memiliki masing-masing massa (M_1, M_2 dan M_3) pada susunan bangun bujur sangkar dengan panjang sisi R seperti terlihat pada gambar 4. dibawah ini.

b) Gaya Gravitasi dipengaruhi Tiga Buah Massa Partikel Sumber



Gambar 2.5. Gaya gravitasi dipengaruhi tiga buah massa partikel sumber pada susunan bujur sangkar

Berdasarkan susunan massa partikel objek dan massa partikel sumbernya pada gambar 2.5, diperoleh harga gaya gravitasi masing-masing sebagai berikut :

$$F_1 = G \frac{M_1 m_o}{R^2} \quad (8)$$

$$F_2 = G \frac{M_2 m_o}{R^2} \quad (9)$$

Resultan dari persamaan (8) dan Persamaan (9) didapat melalui kombinasi resultan secara analisa vektor pada sudut 90° (saling siku), sedangkan $\cos 90^\circ = 0$ (nol). Diperoleh resultan gaya F_1 dengan F_2 adalah sebagai berikut :

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \quad (10)$$

Persamaan (10) dikombinasikan dengan gaya F_3 secara vektor, maka dihasilkan resultan total gaya gravitasi seperti dalam persamaan (11) :

$F_{R(Total)} = F_3 + F_R$, karena sudut yang diapit antara vektor gaya F_3 terhadap F_R membentuk sudut 0° menuju ke arah massa partikel sumber M_3 .

b. Percepatan Gravitasi Bumi

Gravitasi bumi merupakan sifat bumi untuk menarik benda-benda ke arah pusat bumi. Gaya tarik bumi terhadap benda-benda tersebut dinamakan gaya gravitasi bumi. Gaya tersebut yang menimbulkan percepatan gravitasi bumi. Besarnya percepatan akibat gravitasi bumi pada sebuah benda bermassa m yang terletak pada jarak r dari pusat bumi dapat dihitung dari persamaan gaya gravitasi bumi terhadap benda tersebut.

$$\begin{aligned} F &= G \frac{Mm}{r^2} \\ m.a &= G \frac{Mm}{r^2} \\ a &= G \frac{M}{r^2} \end{aligned} \quad (11)$$

Persamaan (11) massa M adalah massa bumi, r adalah jarak pusat bumi sampai dengan benda dan a adalah percepatan gravitasi bumi. Umumnya diberi simbol g . Sehingga persamaan (11) dinyatakan dengan persamaan (12) seperti berikut ini.

$$g = G \frac{M}{r^2} \quad (12)$$

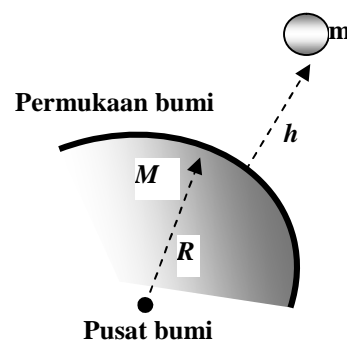
Benda objek yang terletak sangat dekat dengan permukaan bumi maka r dapat dianggap sama dengan R (jari-jari bumi). Sehingga percepatan gravitasnya dinyatakan dengan persamaan (13).

$$g = g_0 = G \frac{M}{R^2} \quad (13)$$

Percepatan gravitasi tidak tergantung pada bentuk, ukuran, sifat dan massa benda yang ditarik, tetapi tergantung ketinggian, kedalaman dan letak lintang seperti berikut ini :

1) Percepatan Gravitasi yang Tergantung pada Ketinggian

Sebuah benda massanya m yang terletak pada ketinggian h dari permukaan bumi seperti terlihat pada gambar 2.6, maka percepatan gravitasi yang dialami benda m pada ketinggian tersebut dinyatakan dengan persamaan (14) berikut ini :



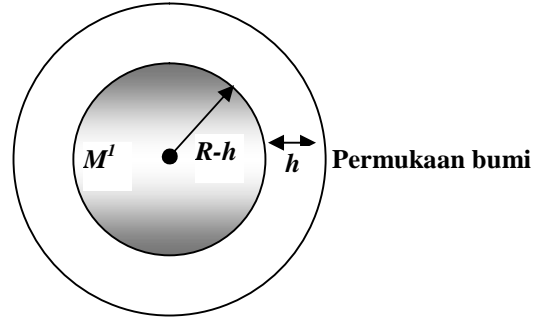
Gambar 2.6. Percepatan Gravitasi pada ketinggian h dari permukaan bumi

$$g = G \frac{M}{(R + h)^2} \quad (14)$$

Percepatan gravitasinya sebanding dengan besar massa bumi (M) dan berbanding terbalik dengan kuadrat jumlah jarak antara jari-jari bumi (R) dengan ketinggian dari permukaan bumi (h).

2) Percepatan Gravitasi yang Tergantung pada Kedalaman

Suatu benda yang massanya m terletak pada kedalaman h dari permukaan bumi yang massanya M seperti terlihat dalam gambar 2.7. berikut.



Gambar 2.7. Gravitasi di dalam Bumi

Percepatan gravitasi bumi tidak berasal dari gaya tarik seluruh massa bumi, tetapi diambil hanya berasal dari dalam bumi yang berjari-jari $R - h$. Massa bola yang diarsir dalam gambar 6 adalah :

$$M' = \frac{4}{3}\pi(R-h)^3 \rho \quad (15)$$

Pada persamaan 16 massa bumi yang mempengaruhi benda massanya m dalam kedalaman h (M') merupakan hasil kali antara volume bola bumi yang berjari-jari $R - h$ dengan massa jenis rata-rata bumi ρ . Besar percepatan jatuh bebas pada kedalaman h adalah :

$$g = G \frac{M'}{(R-h)^2} = G \frac{\frac{4}{3}\pi(R-h)^3 \rho}{(R-h)^2} = G \frac{4}{3}\pi(R-h)\rho$$

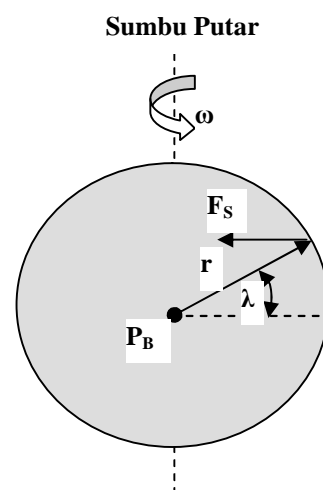
$$\frac{g}{g_0} = \frac{G \frac{4}{3}\pi(R-h)\rho}{\frac{G \frac{4}{3}\pi R^3 \rho}{R^2}} = \frac{(R-h)}{R}$$

$$g = g_0 \left(1 - \frac{h}{R} \right) \quad (16)$$

Persamaan 16 menyatakan percepatan gravitasi pada kedalaman h (g) adalah hasil perkalian antara percepatan gravitasi di permukaan bumi (g_0) dengan perbandingan jarak posisi benda pada kedalaman h ($R-h$) terhadap jari-jari bumi (R).

3) Percepatan Gravitasi yang dipengaruhi Letak Bintang

Percepatan gravitasi yang terukur di atas permukaan bumi disamping berasal dari gaya gravitasi bumi, tetapi juga berasal rotasi bumi, tarikan planet, bintang dan benda angkasa lain serta gaya hambat udara yang memberikan pengaruh. Percepatan yang terukur ini dinamakan percepatan jatuh bebas. Semua benda dipermukaan bumi akan merasakan gaya sentripetal akibat rotasi bumi pada sumbunya, kecuali benda yang terletak tepat di kutub bumi. Arah gaya sentripetal ditunjukkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Pengaruh Rotasi Bumi

Percepatan sentripetal F_s memberikan percepatan sentripetal sebesar $\omega^2 r \cos \lambda$ dalam arah radial ke pusat lingkaran. ω merupakan kecepatan sudut dari hasil rotasi lingkaran bumi pada porosnya, r adalah jari-jari bumi, λ merupakan sudut lintang.

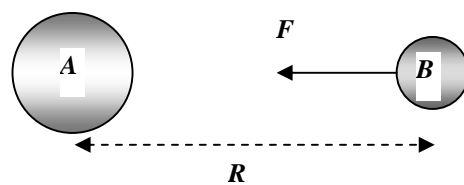
Maka akibat pengaruh gaya ini percepatan gravitasi di permukaan bumi dinyatakan dengan persamaan 17 berikut ini :

$$g = g_0 - \omega^2 r \cos \lambda \quad (17)$$

Kecepatan putar bumi (ω) = $7,27 \times 10^{-5}$ rad/det sangat kecil, sehingga besar percepatan sentripetal $\omega^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2} R = 0,03 \text{ m/det}^2$, nilai tersebut jika dibandingkan dengan harga percepatan gravitasi di permukaan bumi $g_0 = 9,8 \text{ m/det}^2$ sangat kecil. Sehingga percepatan gravitasi akibat rotasi bumi tidak dilibatkan dalam perhitungan total percepatan gravitasi di permukaan bumi.

c. Kuat Medan Gravitasi

Sebuah bola A memiliki massa m_A menghasilkan medan gravitasi menuju ke benda A tersebut dan akan menarik benda-benda yang berada di dalam jangkauan gaya tariknya. Jika benda lain B yang massanya m_B terletak pada jarak R yang berada di dalam medan gravitasinya dapat dilihat di dalam gambar 2.9, akan menghasilkan kuat medan gravitasi seperti ditunjukkan pada persamaan 18.



Gambar 2.9. Bola menimbulkan medan gravitasi di sekitarnya

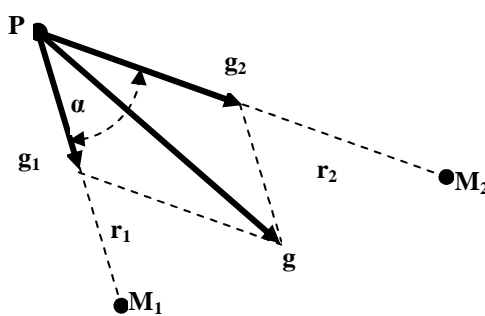
Kuat medan didefinisikan gaya persatuan massa yang dialami oleh benda yang terletak di dalam medan gravitasi benda sumbernya. Sehingga kuat medan gravitasi di titik B adalah :

$$\text{Kuat medan di B} = \frac{\text{Gaya pada massa objek di B}}{m_B}$$

Jika gaya pada massa objek m disebut F dan kuat medan gravitasi itu g , maka persamaannya dapat dinyatakan dengan :

$$g = \frac{F}{m} \quad (18)$$

Medan gravitasi yang ditimbulkan oleh benda A dari gambar 8 berbentuk medan vektor, yang arahnya selalu menuju ke pusat massa bola A. Jika yang menimbulkan medan gravitasi lebih dari satu benda, maka kuat medan gravitasi pada suatu titik dapat ditentukan dengan cara memadu vektor-vektor kuat medan seperti yang dilakukan dalam perpaduan vektor-vektor gaya. Misalkan dua benda partikel yang masing-masing massanya M_1 dan M_2 menimbulkan kuat medan di titik P yang berjarak r_1 terhadap M_1 dan berjarak r_2 terhadap M_2 dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Kuat medan gravitasi yang ditimbulkan oleh dua massa partikel materi M_1 dan M_2 yang membentuk sudut α ($< M_1 P M_2$)

Kuat medan gravitasi di titik P yang disebabkan oleh M_1 saja dinyatakan dengan persamaan 19.

$$g_1 = G \frac{M_1}{r_1^2} \quad (19)$$

Kuat medan gravitasi di titik P yang disebabkan oleh M_2 saja dinyatakan dengan persamaan 20.

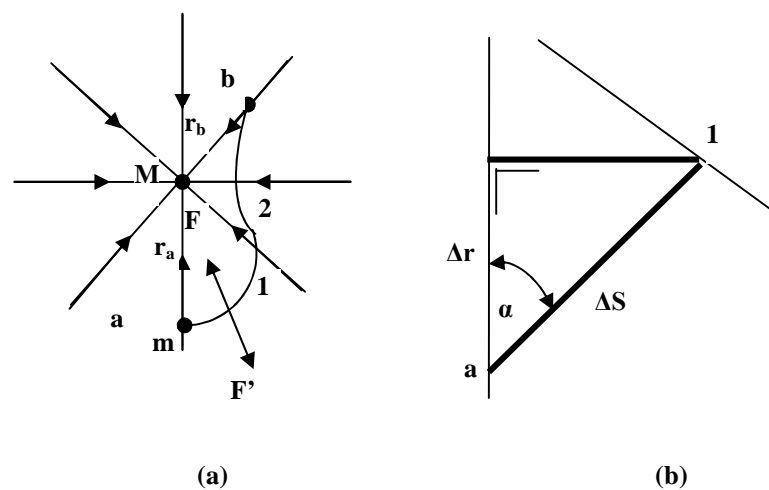
$$g_2 = G \frac{M_2}{r_2^2} \quad (20)$$

Jika sudut antara g_1 dan g_2 adalah α , maka resultan vektor kedua kuat medan gravitasi tersebut menghasilkan g yang besarnya dinyatakan dalam persamaan 21.

$$g = \left(g_1^2 + g_2^2 + 2g_1g_2 \cos \alpha \right)^{\frac{1}{2}} \quad (21)$$

d. Energi Potensial Gravitasi

Energi potensial gravitasi yang didapat oleh suatu benda adalah sama dengan usaha yang diperlukan untuk memindahkan benda tersebut secara perlahan-lahan dan kecepatannya tetap dari tempat yang satu ke tempat yang lain. Perpindahan tempat tersebut ditinjau dalam posisi perubahan-perubahan tinggi yang relatif sedemikian kecil dibandingkan dengan jari-jari bumi, sehingga berat benda $m \cdot g$ tersebut dapat dianggap konstan. Tetapi jika perubahan posisi atau tinggi tersebut tidak cukup kecil maka dibandingkan dengan jari-jari bumi, maka perubahan berat yang berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya tersebut harus diperhitungkan.



(a) (b)
Gambar 2.11. Pemindahan m dalam medan gravitasi yang ditimbulkan oleh M

Gambar 2.11. (a) memperlihatkan massa partikel objek m yang dipindahkan perlahan-lahan dari titik a ke titik b dalam medan gravitasi yang ditimbulkan oleh massa partikel sumber M . Untuk itu diperlukan usaha W . Jika lintasan ab dibagi beberapa langkah menjadi lintasan kecil ΔS yang dapat dianggap lurus dan usaha untuk pemindahan kecil dinyatakan dengan ΔW . Pada titik a , m ditarik oleh M dengan gaya F_a

$$F_a = G \frac{Mm}{r_a^2} \quad (22)$$

Pada titik 1 dalam jarak $a \rightarrow 1$ sama dengan ΔS yang kecil m mengalami gaya sebesar F_1

$$F_1 = G \frac{Mm}{r_1^2} \quad (23)$$

Karena ΔS itu kecil, maka dapat diambil harga rata-rata kedua gaya tersebut adalah F

$$F = G \frac{Mm}{r_a r_1} \quad (24)$$

Untuk memindahkan m dari titik a ke titik 1 diperlukan gaya F' yang arah vektornya berlawanan terhadap F tetapi besarnya sama dengan F . Sehingga gaya F' melakukan usaha sebesar ΔW .

$$\Delta W = F' \cos \alpha \Delta S \quad (25)$$

Sudut α dibentuk antara perpanjangan jarak dari titik 1 yang tegak lurus terhadap jarak dari m ke a . Sedangkan $\cos \alpha \Delta S = \Delta r = r_1 - r_a$

Untuk menghitung usaha dari a ke 1 dinyatakan dengan persamaan berikut ini :

$$\Delta W_{a-1} = G \frac{Mm}{r_a r_1} (r_1 - r_a) = GMm \left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_1} \right) \quad (27)$$

Persamaan 27. Usaha untuk memindahkan partikel dari titik a ke 1 adalah sebanding dengan besar kedua massa partikel dan berbanding terbalik dengan selisih jarak dari posisis akhir terhadap posisi awalnya. M adalah massa partikel sumber, m massa partikel objek, r_a jarak m terhadap titik asal a, r_1 jarak massa partikel objek m dari posisi m sampai titik 1. G adalah konstanta gravitasi umum yang besarnya $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ newton.m}^2/\text{kg}^2$.

Begitu juga usaha yang diperlukan massa objek m untuk melakukan perpindahan dari titik 1 ke posisi titik 2 dinyatakan dengan ΔW_{1-2} .

$$\Delta W_{1-2} = GMm \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (28)$$

Usaha dalam persamaan 28, berbanding lurus dengan besar kedua massa yang saling berinteraksi M dan m dan berbanding terbalik dengan selisih jarak dari titik 1 ke titik 2. Sedangkan usaha yang diperlukan untuk memindahkan massa partikel objek dari 2 ke b dinyatakan dengan ΔW_{2-b} .

$$\Delta W_{2-b} = GMm \left(\frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (29)$$

Jika semua persamaan usaha yang kecil tersebut saling dijumlahkan akan dihasilkan, didapat $\Delta W_{a \rightarrow b}$.

$$\Delta W_{a \rightarrow b} = GMm \left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b} \right) \quad (30)$$

Usaha dari a ke b ($\Delta W_{a \rightarrow b}$) ini sama dengan selisih energi potensial dari m yang bergerak dari a ke b $\Delta E_{p_{a \rightarrow b}}$. Jadi persamaan 30 dapat dinyatakan dengan persamaan 31.

$$\Delta W_{a \rightarrow b} = (E_p)_b - (E_p)_a = -GMm \left(\frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_a} \right) \quad (31)$$

Persamaan 31 berarti bahwa usaha yang diperlukan untuk memindahkan massa partikel objek m dari satu tempat ke tempat lain yang berada dalam pengaruh medan gravitasi massa partikel sumbernya M harus melawan gaya tarik gravitasi dari massa sumbernya, sehingga usaha bertanda negatif.

Untuk pemindahan-pemindahan kecil terhadap bumi, biasanya dipergunakan permukaan bumi sebagai titik acuan energi potensial atau energi potensialnya sama dengan nol ($E_p = 0$). Secara umum perpindahan partikel diambil jarak tak hingga untuk titik pedoman. Pada persamaan 31 r_a dinyatakan dengan harga tak terhingga (∞). Maka energi potensial di a sama dengan nol $\{(E_p)_a = 0\}$ dan

$$E_{p_b} - 0 = -GMm \left(\frac{1}{r_b} - \frac{1}{\infty} \right), \quad r_b \text{ merupakan sembarang jarak tempuh pada}$$

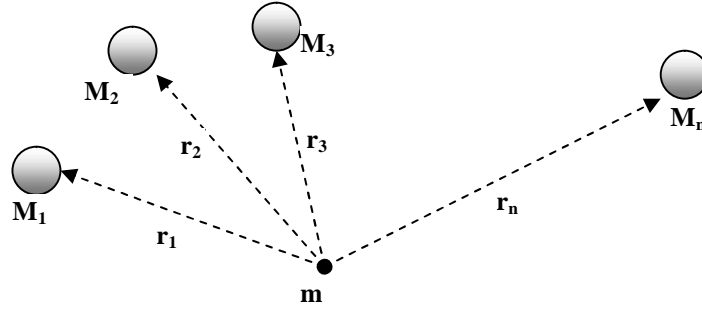
posisi akhir yang dicapai oleh suatu titik dalam medan gravitasi yang dipengaruhi massa partikel sumbernya M. Sehingga energi potensial gravitasi dapat dinyatakan dengan persamaan 32.

$$E_p = -\frac{GMm}{r} \quad (32)$$

Persamaan 32 berarti energi potensial dari m yang terletak sejauh r dari massa M memiliki harga lebih kecil dibandingkan dengan energi potensial di tempat tak terhingga (∞).

Energi potensial dijabarkan melalui usaha, sedangkan usaha merupakan besaran skalar, maka E_p merupakan besaran skalar. Jika satu massa partikel objek m dipengaruhi oleh beberapa massa partikel sumbernya ($M_1, M_2, M_3, \dots M_n$) yang

masing-masing berjarak $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$ terhadap massa partikel objeknya m dapat dilihat pada gambar 2.12, maka energi potensial total dinyatakan dengan menggunakan aljabar biasa seperti pada persamaan 33.



Gambar 2.12. Massa partikel objek m dipengaruhi beberapa massa sumber M

$$E_{P(Total)} = -G \frac{M_1 m}{r_1} + \left(-G \frac{M_2 m}{r_2} \right) + \left(-G \frac{M_3 m}{r_3} \right) + \dots + \left(-G \frac{M_n m}{r_n} \right), \text{ atau}$$

$$E_{P(Total)} = -Gm \sum_{i=1}^n \frac{M_i}{r_i} \quad (33)$$

Persamaan 33, menyatakan bahwa energi potensial total ($E_{P(T)}$) merupakan jumlah aljabar hasil perbandingan massa masing-masing sumber M terhadap jarak antara massa tersebut (M) dengan massa objeknya m .

e. Potensial Gravitasi

Kemampuan gaya tarik gravitasi suatu massa partikel sumber M dalam mempengaruhi terhadap masa partikel objeknya, maka potensial gravitasi merupakan hasil perbandingan antara energi potensial gravitasi terhadap massa partikel objeknya. Potensial gravitasi dilambangkan dengan V . Potensial gravitasi pada titik sejauh r dinyatakan dengan persamaan 34.

$$V = \frac{E_P}{m} = -G \frac{M}{r} \quad (34)$$

Jika terdapat beberapa massa partikel sumber ($M_1, M_2, M_3, \dots M_n$) seperti pada gambar 2.12., maka potensial gravitasi total dinyatakan dengan persamaan 35 berikut ini.

$$V_{(Total)} = -G \frac{M_1}{r_1} + \left(-G \frac{M_2}{r_2} \right) + \left(-G \frac{M_3}{r_3} \right) + \dots + \left(-G \frac{M_n}{r_n} \right)$$

Atau $V_{(Total)} = -G \left(\frac{M_1}{r_1} + \frac{M_2}{r_2} + \frac{M_3}{r_3} + \dots + \frac{M_n}{r_n} \right)$, persamaan ini dapat ditulis :

$$V_{(Total)} = -G \sum_{i=1}^n \frac{M_i}{r_i} \quad (35)$$

Persamaan 35, menyatakan jumlah total potensial gravitasi yang dialami sebuah massa partikel objek m yang dipengaruhi oleh beberapa massa partikel sumbernya M .

f. Hukum Kekekalan Energi

Hukum kekekalan energi dijabarkan melalui sifat kekekalan energi mekanik (E_M) yang merupakan hasil jumlah antara energi kinetik dan energi potensial gravitasi ($E_k + E_p$). Jika gesekan-gesekan benda terhadap medium atau antar benda diabaikan dan tidak ada gaya lain yang bekerja pada benda itu kecuali gaya-gaya gravitasi, maka medan gravitasi yang ditimbulkan oleh sebuah massa partikel sumber M dan massa partikel objek m yang bergerak menurut hukum kekekalan energi dinyatakan dengan persamaan 36.

$$E_k + E_p = \text{konstan}$$

$$(E_k)_1 + (E_p)_1 = (E_k)_2 + (E_p)_2$$

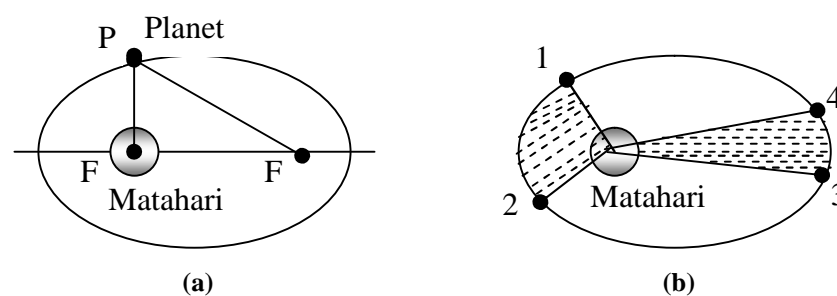
$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \left(-G \frac{Mm}{r_1} \right) = \frac{1}{2}mv_2^2 + \left(-G \frac{Mm}{r_2} \right)$$

$$v_2^2 = v_1^2 + 2GM \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) \quad (36)$$

Persamaan 36, menyatakan bahwa kuadrat kecepatan akhir (v_2) adalah hasil jumlah kuadrat kecepatan awal (v_1) dengan 2 kali konstan gravitasi umum (G) dengan massa partikel sumber (M) dan selisih dari seperjarak akhir terhadap seperjarak awalnya.

g. Hukum Keppler dan Sintesa Newton

Ahli astronomi Jerman Johanner Kepler (1571 – 1630) telah menghasilkan karya penemuan dalam astronomi yang dikenal dengan Hukum Kepler gerak planet. Hukum tersebut dirangkum sebagai berikut :



Gambar 2.13. Sebuah planet P yang bergerak mengelilingi Matahari yang menghasilkan Hukum Kepler

Hukum Pertama Kepler : lintasan setiap planet mengelilingi Matahari berbentuk elips dengan Matahari terletak pada salah satu titik fokusnya. Seperti yang terlihat pada gambar 2.13. a. Elips merupakan sebuah kurva tertutup sedemikian sehingga jumlah jarak pada sembarang titik P pada kurva itu kedua titik yang tetap (disebut fokus, F_1 dan F_2) tetap konstan. Yaitu jumlah jarak $F_1P + F_2P$ tetap sama untuk semua titik pada kurva.

Hukum Kedua Kepler : Setiap planet bergerak sedemikian sehingga suatu garis khayal yang ditarik dari Matahari ke planet tersebut mencakup daerah dengan

luas yang sama dalam waktu yang sama. Seperti terlihat pada gambar 2.13. b. Dua daerah yang diarsir mempunyai luas yang sama. Planet bergerak dari titik 1 ke titik 2 dalam waktu yang sama dengan gerakannya dari titik 3 ke titik 4. Planet bergerak paling cepat pada bagian orbitnya yang paling dekat dengan Matahari.

Hukum Ketiga Kepler : Perbandingan kuadrat periode edar planet atau waktu yang dibutuhkan planet untuk mengelilingi Matahari satu putaran penuh. Dua planet yang mengitari Matahari sama dengan perbandingan pangkat tiga jarak rata-rata planet-planet tersebut dari Matahari. Jika T_1 dan T_2 menyatakan periode dua planet, dan R_1 dan R_2 menyatakan jarak rata-rata planet dari Matahari, maka Hukum Ketiga Kepler dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3 \text{ atau dapat ditulis } \frac{R_1^3}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{T_2^2} \quad (37)$$

B. Penelitian Yang Relevan

Dalam dunia pendidikan, pendekatan pembelajaran sudah banyak dibahas dan diterapkan dalam usahanya untuk menyajikan pembelajaran di kelas. Hanya saja penerapan pendekatan ini disesuaikan dengan bahan ajarnya dan alokasi waktu yang tepat dalam penyajiannya di kelas. Penelitian yang mempunyai relevansinya dengan penelitian ini adalah :

1. Kristiadi, (2007) yang berjudul Pengaruh Penggunaan Strategi Pembelajaran Problem Solving Terhadap Prestasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran IPS ditinjau dari Minat Belajar Siswa (Studi Eksperimen pada SMP Sub Rayon Wuryantoro) Program Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret. **Kelebihan** dari penelitian ini mengungkap tentang : a) Strategi pembelajaran problem solving, inquiry dan

ekspositori terhadap prestasi belajar siswa pada mata pelajaran IPS, b) Pengaruh signifikan antara minat belajar tinggi dan minat belajar rendah terhadap prestasi belajar pada mata pelajaran IPS, c) interaksi penggunaan strategi pembelajaran dan minat belajar siswa terhadap prestasi belajar pada mata pelajaran IPS.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah prestasi belajar siswa dengan penerapan strategi pembelajaran *problem solving* ternyata lebih tinggi dibandingkan dengan prestasi yang diperoleh siswa dengan penerapan strategi pembelajaran *inquiry* dan strategi pembelajaran ekspositori, tetapi hanya untuk kompetensi tertentu sedangkan pada kompetensi yang lain mungkin lebih cocok dengan menggunakan strategi pembelajaran *inquiry* atau strategi pembelajaran ekspositori. Semakin tinggi minat belajar siswa semakin tinggi pula prestasi belajarnya.

Kelemahan dari penelitian ini adalah pembelajaran *problem solving*, *inquiry* dan ekspositori lebih tepat untuk mengungkap persoalan-persoalan yang memiliki hubungan erat terhadap keadaan alamiah (Ilmu Pengetahuan Alam) dan disistematisasi melalui persamaan secara matematis, sedangkan untuk siswa yang memiliki minat tinggi pada umumnya adalah siswa yang memiliki prestasi kognitif yang lebih baik. Untuk siswa yang memiliki prestasi yang sedang-sedang saja atau bahkan prestasinya rendah akan memiliki minat yang rendah pula. Jadi penelitian ini lebih terjaring untuk siswa yang memiliki prestasi yang menengah keatas.

Selanjutnya peneliti mencoba mengkaitkan pembelajaran kooperatif melalui metode *problem solving* yang dikombinasikan dengan metode pemberian tugas dengan meninjau kreativitas siswa. Jika ditinjau minat siswa pada umumnya siswa yang telah memilih jurusan ilmu alam (IPA) akan memiliki minat yang besar dalam untuk dapat memperoleh prestasi optimal di lembaga pendidikan SMA Taruna

Nusantara. Untuk itu yang peneliti ungkap adalah kreativitas siswa yang masih terpendam ini yang harus dibangkitkan agar dapat memotivasi dalam mencapai prestasi yang optimal dan akan meningkatkan semangat kompetisi positif terhadap mata pelajaran Fisika di tingkat sekolah yang sederajat.

2. M. Agus Fuadi, (2007) yang berjudul Pengaruh Pendekatan Ketrampilan proses sains melalui Eksperimen Menggunakan Kit dan Alat Sederhana pada Pembelajaran Fisika Ditinjau dari Kreativitas Siswa. Studi kasus pada siswa kelas X MAN Karanganyar tahun pelajaran 2006/2007 pada materi listrik dinamis. Penelitian ini mengungkap tentang : a) Pembelajaran fisika dengan pendekatan ketrampilan proses sains melalui metode eksperimen menggunakan kit dan alat sederhana terhadap prestasi belajar pada kompetensi dasar listrik dinamis, b) Pengaruh kreativitas siswa terhadap prestasi belajar pada kompetensi dasar listrik dinamis. **Kelebihan** dari penelitian ini bahwa Ketrampilan proses adalah bagian dalam penalaran kognitif untuk mendukung dalam metode eksperimen khususnya mata pelajaran Fisika pada kompetensi dasar listrik dinamis. Apalagi ditunjang untuk mengungkap kreativitas siswa dalam menemukan langkah-langkah secara sistematis dan logis untuk menemukan konsep yang tepat dalam memahami pengertian kognitif dalam kompetensi dasar listrik dinamis.

Kelemahan dari penelitian ini adalah kegiatan eksperimen sebenarnya sudah termasuk dalam rangkaian ketrampilan proses, sehingga siswa dalam melaksanakan eksperimen sudah memahami tentang langkah-langkah untuk menemukan konsep pembelajaran fisika. Apalagi kompetensi dasar yang digunakan adalah listrik dinamis, maka setiap siswa tentu akan merangkai suatu peralatan elektronika yang membentuk suatu rangkaian tertutup sehingga akan menimbulkan arus listrik. Jika

syarat-syarat esensial dari rangkaian listrik dinamis tersebut tidak dipenuhi maka akan terjadi pemutusan arus. Keterampilan proses akan terbentuk secara mandiri setelah siswa banyak melakukan eksperimen. Jika ditinjau dari kreativitas siswa, tentu siswa yang memiliki tingkat kreativitas tinggi akan sejalan terhadap prestasi yang dicapai. Namun untuk siswa yang tidak inovatif dan tidak banyak bereksperimen atau tergolong ke dalam siswa kreativitasnya rendah, maka akan memperoleh prestasi yang sedang atau bahkan kurang.

Peneliti mengambil tinjauan kreativitas siswa yang sangat mendukung dalam mengungkap penemuan-penemuan baru, keterampilan berani mengutarakan pendapat, dan mampu menciptakan konsep penalaran yang lebih orisinal dan dapat dipertanggungjawabkan. Selanjutnya peneliti melibatkan dalam pembelajaran kooperatif melalui metode *problem solving* agar dapat mengungkap langkah pemecahan masalah yang lebih sistematis, logis, kritis dan analitis yang dikombinasikan dengan metode pemberian tugas. Metode pemberian tugas diharapkan siswa akan dapat bekerja sama dengan teman sebaya atau dalam kelompok belajar yang telah diatur agar lebih beragam baik kemampuan kognitif, jenis kelamin, agama, suku maupun ras yang ada di SMA Taruna Nusantara ini.

C. Kerangka Berpikir

Di dalam Undang-Undang Nomor 2 tahun 1989 tentang Sistem Pendidikan Nasional dan Peraturan Pemerintah Nomor 29 tahun 1990 tentang Pendidikan Menengah, yakni ingin membentuk manusia yang berkualitas tinggi, beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berbudi pekerti luhur, memiliki pengetahuan dan keterampilan tinggi, kesehatan jasmani dan rohani yang baik,

berkepribadian yang mantap dan mandiri serta tanggung jawab kemasyarakatan dan kebangsaan.

Untuk itu menyadari sepenuhnya terhadap tanggungjawab yang begitu tinggi, maka salah satu pilar untuk membentuk siswa didik memiliki ciri-ciri yang disebutkan dalam tujuan pendidikan nasional tersebut harus dilakukan pembekalan dalam kegiatan belajar mengajar yang lebih terarah, efektif dan efisien. Kegiatan belajar mengajar yang sering dilakukan terhadap pengajar dengan sistem ceramah dan diskusi antar siswa. Untuk lebih meningkatkan efektifitas dan efisiensi serta memiliki daya serap tinggi, maka peneliti mencoba memberikan alternatif proses pembelajaran kooperatif melalui metode *problem solving* dan metode pemberian.

Metode *problem solving* (pemecahan masalah) merupakan metode berpikir yang memiliki **kelebihan**, yaitu : **Pertama**, metode ini membuat pendidikan di sekolah menjadi lebih relevan dengan kehidupan khususnya dengan dunia kerja. **Kedua**, proses belajar mengajar melalui pemecahan masalah dapat membiasakan para siswa menghadapi dan memecahkan masalah secara terampil, apabila menghadapi permasalahan di dalam kehidupan dalam keluarga, bermasyarakat dan bekerja kelak. **Ketiga**, metode ini merangsang pengembangan kemampuan berpikir siswa secara kreatif dan menyeluruh, karena dalam proses belajarnya siswa banyak melakukan mental dengan menyoroti permasalahan dari berbagai segi dalam rangka mencari pemecahan. Sedangkan **kelemahannya**, yaitu : **Pertama**, menentukan suatu masalah yang tingkat kesulitannya sesuai dengan tingkat berpikir siswa, tingkat sekolah dan kelasnya serta pengetahuan dan pengalaman yang telah dimiliki siswa, sangat memerlukan kemampuan dan keterampilan guru. **Kedua**, metode ini sering memerlukan waktu cukup banyak dan sering terpaksa mengambil waktu pelajaran

lain. **Ketiga**, mengubah kebiasaaaan system belajar dengan mendengarkan dan menerima informasi dari guru menjadi belajar dengan banyak berpikir memecahkan permasalahan sendiri atau kelompok yang kadang-kadang memerlukan berbagai sumber belajar. Hal ini menimbulkan kesulitan tersendiri bagi siswa (Syaiful Bahri Djamarah dan Aswan Zain, 2006 : 91-93).

Metode pemberian tugas adalah metode penyajian bahan dimana guru memberikan tugas tertentu agar siswa melakukan kegiatan belajar. Masalahnya tugas yang dilaksanakan oleh siswa dapat dilakukan di dalam kelas, di halaman sekolah, di laboratorium, di perpustakaan, di bengkel, di rumah siswa atau dimana saja asal tugas itu dapat dikerjakan. Metode ini diberikan karena dirasakan bahan pelajaran terlalu banyak, sementara waktu yang tersedia sedikit. Artinya, banyaknya bahan yang tersedia dengan alokasi waktu kurang seimbang. Agar bahan pelajaran selesai sesuai batas waktu yang ditentukan, maka metode inilah yang biasanya digunakan guru untuk mengatasinya. Metode ini memiliki **kelebihan**, yaitu : **Pertama**, lebih merangsang siswa dalam melakukan aktivitas belajar individual ataupun kelompok. **Kedua**, dapat mengembangkan kemandirian siswa di luar pengawasan guru. **Ketiga**, dapat membina tanggungjawab dan disiplin siswa. **Keempat**, dapat mengembangkan kreativitas siswa. Sedangkan **kelemahannya**, yaitu : **Pertama**, siswa sulit dikontrol, apakah benar ia yang mengerjakan tugas ataukah orang lain yang mengerjakannya. **Kedua**, khusus untuk tugas kelompok, tidak jarang yang aktif mengerjakan dan menyelesaikannya adalah anggota tertentu saja, sedangkan anggota laonnya tidak berpartisipasi dengan baik. **Ketiga**, tidak mudah memberikan tugas yang sesuai dengan perbedaan individu siswa. **Keempat**, sering memberikan tugas yang monoton

(tidak bervariasi) dapat menimbulkan kebosanan siswa. (Syaiful Bahri Djamarah dan Aswan Zain, 2006 : 85 - 87).

Harapan terhadap proses kegiatan pembelajaran ini siswa dapat melakukan otaaktivitas dalam kelompok kecil yang terdiri dari beragam kemampuan kognitif, jenis kelamin dan kemampuan dalam berdiskusi, melalui pembimbingan dari pengajar akan diarahkan untuk mampu memecahkan beberapa persoalan serta dapat berargumentasi untuk mempertahankan pendapat yang dilandasi kekuatan iptek lebih bertanggungjawab yang dibatasi pada kompetensi dasar gravitasi bumi.

Pencapaian terhadap kegiatan proses pembelajaran kooperatif melalui metode *problem solving* dan pemberian tugas tersebut perlu dilakukan evaluasi baik prestasi kognitif maupun prestasi afektifnya, agar dapat dipantau kemajuan dan keberhasilan daya serap siswa terhadap ilmu dan pengetahuan yang dipelajarinya maupun sikap yang terbentuk setelah mendapatkan ilmu dalam mensikapi perkembangan teknologi secara global. Apalagi kegiatan pembelajaran ditinjau tentang kreativitas siswanya. Dalam kreativitas akan terlihat keberanian untuk mengutarakan pendapat, menampilkan gagasan-gagasan (*ide-ide*) baru, atau penemuan pemikiran yang orisinil terhadap sistematisasi konsep maupun penyederhanaan penalaran dalam persamaan-persamaan matematisnya.

Keberhasilan siswa dalam mengikuti proses belajar mengajar dapat dilihat dari prestasi belajar ranah kognitif dan afektif. Dalam kenyataannya, kedua kemampuan tersebut untuk mata pelajaran fisika tergolong rendah. Hal ini dapat dilihat pencapaian prestasi siswa dalam mata pelajaran fisika yang dicapai pada ulangan harian 1, ulangan harian 2, mid semester dan tes akhir semester rata-rata kelas masih dibawah dari pencapaian nilai ketuntasan secara klasikal seperti yang ditentukan dari

pencapaian bidang akademik oleh SMA Taruna Nusantara yaitu 65 (enam puluh lima).

Untuk mengajarkan materi tertentu diperlukan metode pembelajaran tertentu pula. Suatu metode pembelajaran yang dianggap baik belum tentu cocok untuk materi pelajaran yang lain, atau dalam mata pelajaran yang samapun memerlukan beberapa metode dalam penyampaian kepada siswa. Dengan memperhatikan hal tersebut, maka seorang guru dituntut untuk mengetahui, memahami dan mampu mempraktekkan berbagai metode dalam mengajar. Materi pembelajaran dengan pokok bahasan Gravitasi Bumi diperlukan dan penting untuk dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari sehingga siswa akan lebih menghayati makna gejala alam yang terkait terhadap pengaruh gravitasi yang diakibatkan oleh sumber benda yang menghasilkan Medan Gravitasi sebagai contoh Bumi, bulan, dan Matahari. Hal ini diharapkan siswa memiliki bekal pengalaman belajar sewaktu di Sekolah Menengah Pertama (SMP) sehingga akan lebih memudahkan dalam pemahaman tentang konsep Gravitasi Semesta.

Menurut pandangan teori belajar Konstruktivistik, guru dalam mengajar tidak hanya sekedar menyampaikan pengetahuan kepada siswa, tetapi siswa sendiri yang harus dapat membangun pengetahuan di dalam pikirannya. Seorang guru harus dapat menerapkan ide-ide siswa sendiri dalam pembelajaran agar siswa menggunakan strategi mereka sendiri untuk belajar.

Pembelajaran fisika dengan menggunakan pembelajaran kooperatif menekankan keterlibatan siswa dalam menemukan fakta-fakta dengan cara belajar bersama-sama dalam suatu kelompok belajar dan para anggota bekerja secara bersama-sama, saling membantu antar anggota kelompoknya. Dalam pembelajaran

kooperatif ini siswa dibagi dalam kelompok heterogen yaitu memperhatikan tingkat akademik (prestasi siswa), kesukuan, dan jenis kelamin. Disamping itu para siswa diajarkan untuk dapat berpikir aktif, berinteraksi sosial dan berkomunikasi antara anggota kelompoknya maupun para anggotanya. Untuk itu materi ajar tentang Gravitasi ini agar dapat membangkitkan saling ketergantungan antar siswa dalam kelompoknya dalam menemukan konsep dasar tentang interaksi dua atau lebih massa sumber (M_1, M_2, M_3, \dots) yang mempengaruhi satu massa objek (m_o) ditinjau dari letak atau posisi kedua massa yang saling berinteraksi dalam Gaya, kuat medan, energy potensial dan potensial gravitasinya.

Pengembangan metode problem solving ini diharapkan kelompok siswa akan mampu memunculkan ide-ide baru yang kreatif untuk mencari celah-celah pemecahan masalah yang ada kemungkinan memiliki langkah atau cara berbeda dengan yang diterangkan oleh pengajarnya. Bahkan diharapkan dengan strategi pembelajaran ini para siswa akan menemukan satu atau beberapa konsep-konsep baru tentang pemecahan masalah dalam gravitasi tersebut.

Sedangkan metode pemberian tugas diharapkan siswa atau kelompok siswa mampu mencari langkah pemecahan masalah menggunakan sumber atau referensi yang baru yang mampu diambil dari buku, surat kabar, majalah, internet atau dari sarana audio visual lainnya. Sehingga dalam waktu tertentu telah mampu merangkum pemecahan masalah atau mencari beberapa sumber permasalahan tentang gravitasi. Tentunya diharapkan akan menggugah kreativitas siswa tersebut.

Metode mengajar dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Kenyataannya yang ada di sekolah atau madrasah menunjukkan masih banyak yang menuntun siswanya dalam memecahkan masalah dalam pembahasan suatu soal-soal

agar dapat lebih mengefisiensikan dan mengefektifkan waktu dalam pembelajaran. Namun di sisi tertentu akan menjadi bumerang terhadap kreativitas siswa itu sendiri. Keadaan ini perlu diselesaikan dengan meningkatkan dan mengembangkan daya kreasi siswa melalui metode *problem solving* dan metode pemberian tugas. Hal ini sejalan dengan sendi pembelajaran di SMA Taruna Nusantara, bahwa siswa dikembangkan system among yaitu sikap saling asah, saling asih dan saling asuh diantara siswa dan memupuk sikap saling kerjasama dalam mencapai prestasi dengan tetap memegang teguh kode kehormatan siswa (menjunjung Tri Prasetya Siswa, menghormati orang tua, menghormati Pamong, pantang mencontek, pantang menipu, pantang berkelahi, pantang mencuri dan pantang berbuat asusila).

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk membandingkan pengaruh pembelajaran dengan metode *problem solving* terhadap pembelajaran yang dilakukan dengan metode pemberian tugas yang dicapai oleh siswa melalui prestasi siswa di Ulangan Midsemester 1 setelah diberikan pembelajaran gravitasi bumi dan juga angket tentang pengungkapan daya kreativitas siswa.

Daya serap terhadap kompetensi dasar yang diterima untuk masing-masing siswa akan berbeda-beda. Siswa memiliki tingkat kreativitas tinggi, sedang maupun rendah dalam memahami soal-soal dan mampu memecahkan permasalahan tersebut memiliki corak dan ragam yang berlainan sesuai dengan tingkat pengembangan daya kreasi, mengimajinasi serta merefleksikan dalam kehidupan sehari-hari. Disamping itu cara dan teknik yang digunakan dalam pemecahan masalah tersebut menggunakan teknik baru dan selanjutnya dapat menemukan fakta atau teori baru bagi siswa itu sendiri. Maka siswa yang memiliki kreativitas tinggi diharapkan akan memperoleh prestasi yang lebih baik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang melibatkan dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Teknik pengumpulan data digunakan tes prestasi dan tes angket. Variabel dalam penelitian ini terdapat dua variabel bebas dan tiga variabel terikat, sehingga teknik pengujian hipotesis menggunakan analisis multivariat dua jalan.

Berdasarkan uraian di atas, dapat digambarkan paradigma penelitian yang ditunjukkan seperti dalam gambar (paradigma Penelitian). Dengan penjelasan sebagai berikut :

Prestasi belajar siswa yang rendah diperoleh dari kajian penelitian sebelumnya, sedangkan prestasi belajar siswa tersebut dipengaruhi oleh faktor guru dan faktor siswa. Salah satu dari faktor guru adalah melalui pendekatan pembelajaran dan metode. Salah satu faktor siswa adalah kreativitas siswa. Proses pembelajaran yang digunakan adalah kooperatif melalui metode *problem solving* dan pemberian tugas. Untuk itu perlu disusun silabus, RPP, alat-alat evaluasi pembelajaran kooperatif, kisi-kisi angket kreativitas dan pedoman unjuk kerja kreativitas. Selanjutnya dilakukan penyusunan instrument dan validasi serta uji coba instrument. Hasil uji coba dan validasi dilakukan analisis statistik serta dilakukan perbaikan instrumen. Instrumen yang valid dilakukan pengisian angket terhadap siswa dan pelaksanaan pembelajaran kooperatif dilakukan dengan sistem diskusi. Selanjutnya dilakukan analisa data yang telah terkumpul dari pembelajaran dengan metode *problem solving* dan metode pemberian tugas serta hasil pengisian angket kreativitas tinggi dan rendah. Kedua metode ini akan menghasilkan prestasi dari hasil tes dan sangat berpengaruh terhadap prestasi belajar dalam ranah kognitif, afektif dan psikomotor siswa. Kreativitas siswa

yang tinggi, sedang dan rendah berpengaruh terhadap prestasi belajar siswa dalam ranah kognitif dan afektif.

D. Hipotesis

Berdasarkan uraian kajian teori dan kerangka berpikir di depan, maka dalam penelitian ini diajukan rumusan hipotesis sebagai berikut :

1. Ada perbedaan pengaruh pembelajaran fisika dengan pembelajaran kooperatif melalui metode problem solving dan metode pemberian tugas terhadap prestasi belajar Fisika siswa pada kompetensi dasar gravitasi bumi.
2. Ada perbedaan pengaruh siswa yang mempunyai kreativitas tinggi dengan siswa yang mempunyai kreativitasnya rendah terhadap prestasi belajar fisika siswa pada kompetensi dasar gravitasi bumi.
3. Ada interaksi antara metode problem solving dan metode pemberian tugas ditinjau dari kreativitas siswa terhadap prestasi belajar fisika pada kompetensi dasar gravitasi bumi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Taruna Nusantara, jalan raya Purworejo Magelang 56172.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan Agustus 2008 sampai dengan Januari 2009 dengan perencanaan yang disusun seperti tabel 3.1. berikut :

Tabel 3.1. Alokasi Waktu Penelitian

No.	Kegiatan	Agst.	Sept.	Okt.	Nov	Des.	Jan.
1.	Perijinan						
2.	Penyusunan Instrumen Pembelajaran						
3.	Penyusunan Instrumen Tes						
4.	Penyusunan Instrumen Angket						
5.	Uji Coba Instrumen						
6.	Analisis Data Uji Coba						
7.	Pelaksanaan Pembelajaran						
8.	Pengambilan Data						
9.	Analisis Data						
10.	Penyusunan Laporan						

B. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode eksperimen, masing-masing sampel diberi perlakuan pembelajaran dengan pendekatan kooperatif. Sampel kelompok eksperimen diberi pembelajaran melalui metode *problem solving* dan metode pemberian tugas. Data kreativitas diperoleh melalui metode angket. Dari data

keaktivitas tersebut setiap kelompok dibagi menjadi tiga kategori, yaitu kreativitas rendah, sedang dan tinggi.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian ini adalah delapan kelas XI IPA mulai dari kelas XI – IA -1 sampai kelas XI – IA – 8. Dari delapan kelas tersebut diambil 4 kelas sebagai sampel yang dipilih dengan metode *cluster-sampling* serta dilakukan uji *matching* pada pasangan-pasangan kelompok sampel.

D. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen penelitian ini meliputi dua macam instrumen, yaitu : instrumen pembelajaran dan instrumen untuk pengambilan data penelitian.

1. Instrumen pembelajaran

Instrumen ini digunakan untuk pembelajaran yang meliputi meliputi Silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran dan Desain Pembelajaran. Silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran dibuat berdasarkan KTSP.

2. Instrumen pengambilan data

Instrumen ini digunakan untuk pengambilan data meliputi instrumen angket untuk data kreativitas dan instrumen untuk data prestasi belajar fisika pada kompetensi dasar gravitasi bumi.

E. Teknik Pengumpulan Data

Data yang dianalisis adalah data kreativitas siswa dan data prestasi akademik ranah kognitif dan afektif. Data kreativitas diperoleh sebelum pembelajaran dilaksanakan, data prestasi akademik diperoleh setelah pembelajaran dilaksanakan.

1. Kreativitas

Data kreativitas seseorang dalam suatu kelompok dapat diukur dengan metode angket. Instrumen yang digunakan berupa angket yang berisi pertanyaan yang berkaitan dengan komponen kreativitas, yaitu : rasa ingin tahu, imajinatif, tertantang oleh kemajemukan, berani mengambil resiko, dan menghargai.

Angket kreativitas disusun dengan memilih salah satu jawaban diantara lima jawaban yang tersedia yaitu : selalu, sering, kadang-kadang, jarang dan tidak pernah. Jawaban yang diberikan akan mendapat skor sesuai dengan pertanyaan positif dengan bobot : selalu = 5, sering = 4, kadang-kadang = 3, jarang = 2 dan tidak pernah = 1. Sedangkan untuk pernyataan negatif dengan bobot sebaliknya. Kisi-kisi angket kreativitas disajikan pada lampiran 5 dan angket kreativitas pada lampiran 6.

Klasifikasi kreativitas siswa diuji dengan menggunakan rumus alpha dengan persamaan 3.5. :

$$r_{11} = \alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

Persamaan 3.5. berarti reliabilitas instrumen adalah hasil perkalian dari perbandingan banyaknya item dibagi banyaknya item kurangi 1 $\left(\frac{n}{n-1} \right)$ terhadap hasil jumlah kuadrat pengurangan nilai 1 dengan pembagian

$r_{11} = \alpha$ = reliabilitas instrumen

n = banyaknya item

$\sum S_i^2$ = jumlah kuadrat S dari masing-masing item

S_t^2 = kuadrat dari S total keseluruhan item

Kriteria untuk menentukan reliabilitas instrumen ke dua uji atas adalah sama yaitu sebagai berikut :

negatif - 0,20 dengan kriteria reliabilitas sangat rendah

0,21 - 0,40 dengan kriteria reliabilitas rendah

0,41 - 0,70 dengan kriteria reliabilitas cukup

0,71 - 0,90 dengan kriteria reliabilitas tinggi

0,91 - 1,00 dengan kriteria reliabilitas sangat tinggi

2. Tes Prestasi Belajar

Tes prestasi belajar ini digunakan untuk mendapatkan data prestasi belajar siswa kelas XI –IA semester 1 tahun pelajaran 2008/2009 pada mata pelajaran gravitasi bumi. Soal tes berbentuk pilihan ganda sebanyak 20 nomor. Sebelum digunakan, instrumen tes prestasi belajar diujicobakan 20 nomor soal untuk mengetahui validitas, reliabilitas, daya beda dan derajat kesukarannya.

a. Uji Validitas

Kata validitas berasal dari kata validity yang berarti sejauh mana ketepatan dan kecermatan suatu alat ukur melakukan fungsi ukurnya. Instrumen yang diukur validitasnya adalah instrumen angket dan instrumen tes. Validitas item instrumen ditentukan dengan koefisien produk momen dari Karl Pearson, yaitu merupakan hasil perbandingan dari selisih antara jumlah perkalian skor tiap item soal (x) dengan nilai skor total (y) dikalikan dengan jumlah anggota sampel (n) terhadap perkalian jumlah untuk skor tiap item soal ($\sum x$) dan jumlah nilai skor total ($\sum y$) terhadap akar dari perkalian hasil selisih dari jumlah kuadrat skor tiap item soal ($\sum x^2$) dikalikan dengan jumlah anggota sampel (n) terhadap kuadrat dari jumlah skor tiap item soal

$\{(\sum x)^2\}$ dikalikan dengan jumlah kuadrat nilai skor total ($\sum y^2$) dikalikan dengan jumlah anggota sampel (n) terhadap kuadrat dari nilai skor total $\{(\sum y)^2\}$ dinyatakan pada persamaan 3.3. :

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

Dalam hal ini :

r_{xy} = angka validitas item

n = jumlah anggota sampel

x = skor tiap item soal

y = nilai skor total

xy = hasil kali x dan y

Hasil perhitungan r_{xy} kemudian dikonsultasikan dengan harga tabel korelasi produk momen pada taraf signifikansi 0,05. Item soal dinyatakan valid bila $r_{hitung} > r_{tabel}$.

(Suharsimi Arikunto, 2005 : 154)

Penulis menggunakan software Anates 4.0 untuk melakukan komputasi uji validitas tersebut Software Anates versi 4.0 menggunakan istilah signifikansi yang ekuivalen dengan valid. Dari 20 item instrumen tes prestasi belajar yang diujicobakan, hasilnya dapat dikelompokkan menjadi 3, yaitu sangat valid sebanyak 6 item, valid sebanyak 4 item, dan tidak valid sebanyak 10 item. Dari 10 item yang tidak valid tersebut yaitu item item nomor 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 memiliki angka validitas 0,161; 0,216; 0,185; 0,043; 0,182; 0,004; 0,267; 0,262; 0,197 dan 0,256.

Penulis melakukan penggantian soal. Selanjutnya diujicobakan lagi menghasilkan kategori validitas sebagai berikut : sangat valid sebanyak 15 item, valid 5 item dengan angka validitas > 0,432.

b. Uji Reliabilitas

Reliabilitas menunjuk pada pengertian, bahwa instrumen yang digunakan dapat dipercaya sebagai alat pengumpul data yang bersangkutan. Kapanpun digunakan akan memberikan hasil yang relatif sama. Indeks reliabilitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_i^2} \right)$$

Dalam hal ini :

r_{11} = indeks reliabilitas instrumen

k = banyaknya butir soal

$\sum \sigma_b^2$ = jumlah varians butir soal

σ_i^2 = varians total

Kriteria reliabilitas adalah sebagai berikut :

$0,00 \leq r_{11} < 0,20$: sangat rendah

$0,20 \leq r_{11} < 0,39$: rendah

$0,39 \leq r_{11} < 0,59$: cukup

$0,59 \leq r_{11} < 0,79$: tinggi

$0,79 \leq r_{11} < 1,00$: sangat tinggi

Untuk melakukan uji reliabilitas tersebut penulis menggunakan software Anates versi 4.0. Hasil uji reliabilitas terhadap instrumen tes prestasi belajar

menggunakan software tersebut memberikan hasil sebagai berikut : Rataan = 13,07, Simpangan Baku = 6,19, Korelasi XY = 0,9, Reliabilitas Tes = 0,95. Dari hasil uji reliabilitas tersebut diperoleh informasi, bahwa instrumen tes prestasi termasuk sangat tinggi.

c. Derajat Kesukaran (DK)

Taraf kesukaran atau sering disebut sebagai indeks kesukaran soal adalah suatu kriteria yang menunjukkan tingkat kesukaran suatu soal. Derajat kesukaran (DK) dinyatakan berdasarkan perbandingan antara jumlah jawaban benar yang diperoleh dari suatu item (B) terhadap perkalian antara banyaknya kelompok siswa menjawab dengan benar dari suatu item dinyatakan dengan persamaan 3.2 :

$$DK = \frac{B}{J_s}$$

Dalam hal ini :

DK = derajat kesukaran

B = banyaknya siswa yang menjawab dengan benar

J_s = jumlah seluruh peserta tes

Kriteria indeks kesukaran soal :

$0,00 \leq DK < 0,20$ kriteria : sukar

$0,30 \leq DK < 0,70$ kriteria : sedang

$0,70 \leq DK < 1,00$ kriteria : mudah

(Suharsimi Arikunto, 250 : 207)

Penulis menggunakan software Anates versi 4.0 untuk menghitung derajat kesukaran tersebut. Dari 20 item instrumen tes prestasi belajar yang diujicobakan,

dapat dikelompokkan menjadi 3, yaitu sangat mudah sebanyak 1 item, mudah sebanyak 10 item dan sedang sebanyak 9 item.

d. Daya Pembeda

Daya pembeda atau sering dikenal dengan indeks diskriminasi soal, adalah kemampuan suatu soal untuk membedakan antara siswa berkemampuan tinggi dan rendah. Daya pembeda (DP) dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$DP = \frac{B_A}{J_A} - \frac{B_B}{J_B}$$

DP = Daya Pembeda

B_A = jumlah jawaban benar yang diperoleh dari siswa yang tergolong kelompok atas

J_A = banyaknya siswa kelompok atas

B_B = jumlah jawaban benar yang diperoleh dari siswa yang tergolong kelompok bawah

J_B = banyaknya siswa kelompok bawah

Kriteria daya pembeda soal :

$0,00 \leq DP < 0,20$ kriteria : jelek

$0,20 \leq DP < 0,40$ kriteria : cukup

$0,40 \leq DP < 0,70$ kriteria : baik

$0,70 \leq DP < 1,00$ kriteria : baik sekali

Penulis menggunakan software Anates versi 4.0 untuk menghitung daya pembeda. Berdasarkan klasifikasi daya pembeda, ke 20 item yang diujicobakan dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu baik sebanyak 8 item dan baik sekali 12 item.

F. Variabel Penelitian

1. Variabel

Pada penelitian ini menggunakan variabel bebas I, variabel bebas II, dan variabel terikat sebagai berikut :

- a. Variabel bebas I : model pembelajaran
- b. Variabel bebas II : kreativitas siswa
- c. Variabel terikat : prestasi belajar siswa

2. Deskripsi Operasional Variabel

a. Variabel bebas I : model pembelajaran

1) Definisi operasional. Model pembelajaran merupakan kegiatan pemberian materi bahan ajar pokok kepada siswa secara terstruktur sesuai dengan arah dan tujuan yang ingin dicapai, melalui interaksi baik antara siswa dengan guru maupun antar sesama siswa.

2) Pengelompokan : Metode *problem solving* dan pemberian tugas

b. Variabel bebas II : kreativitas siswa

1) Definisi operasional. Kreativitas adalah salah satu bentuk aktualisasi diri manusia yang paling hakiki didalamnya melibatkan kemampuan berasional, kemampuan emosional atau perasaan, bakat khusus, kemampuan berimajinasi, berintuisi dan berfantasi.

2) Skala pengukuran : kategorial

c. Variabel terikat : prestasi belajar siswa

1) Definisi operasional. Prestasi belajar siswa adalah prestasi belajar yang dicapai siswa setelah mengalami proses pembelajaran. Prestasi belajar merupakan tingkat penguasaan siswa terhadap materi ajar.

- 2) Skala pengukuran : interval
- 3) Indikator : nilai tes prestasi belajar aspek kognitif pokok bahasan gravitasi bumi.

G. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini berupa anava dua jalan isi sel tidak sama, interaksi antara model pembelajaran kooperatif dengan kreativitas. Rancangan penelitian ini dapat dilihat dalam bentuk tabel seperti berikut ini.

Tabel 3.2. Analisis Varian Hubungan antara Metode Pembelajaran (A) terhadap Kreativitas Siswa (B)

<div><div></div><div>A</div><div>B</div></div>		Metode Pembelajaran (A)	
		Metode Problem Solving (A1)	Metode Pemberian Tugas (A2)
Kreativitas Siswa (B)	Tinggi (B1)	A1 B1	A2B1
	Sedang (B2)	A1B2	A2B2
	Rendah (B3)	A1 B3	A2B3

Keterangan :

- A = Model Pembelajaran Kooperatif
- A1 = Metode pembelajaran *Problem Solving*
- A2 = Metode pembelajaran Pemberian Tugas
- B = Kreativitas Siswa
- B1 = Kreativitas tinggi
- B2 = Kreativitas sedang
- B3 = Kreativitas rendah

H. Teknik Analisis Data

1. Uji Prasyarat Analisis

Penelitian ini menggunakan rancangan anava dua jalan sel tak sama, yang mensyaratkan dua prasyarat, yaitu uji normalitas dan uji homogenitas.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas ini dilakukan untuk mengetahui, apakah sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak.

1) Hipotesis

H_0 = Sampel tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_1 = Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

2) Taraf signifikansi

Taraf signifikansi dinotasikan dengan huruf Yunani α

3) Keputusan uji

Daerah penolakan adalah $p\text{-value} > \alpha$

$p\text{-value} > \alpha$, H_0 ditolak; sampel berasal dari populasi normal

$p\text{-value} \leq \alpha$, H_0 tidak ditolak; sampel berasal dari populasi tidak normal

4) Uji statistik yang digunakan adalah dengan kriteria Kolmogorov-Smirnov.

Adapun persamaannya adalah :

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)} \right)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$x_{(i)}$ = orde statistik ke-i, yaitu angka terkecil ke-i dalam sampel;

$\bar{x} = (x_1 I...I x_n) / n$ adalah rerata dari sampel;

Konstanta a_i diberikan oleh persamaan

$$(a_1, \dots, a_n) = \frac{m^T V^{-1}}{(m^T V^{-1} V^{-1} m)^{1/2}}$$

Dengan

$$m = (m_1, \dots, m_n)^T$$

(software Minitab versi 15)

b. Uji Homogenitas.

Uji homogenitas diperlukan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi homogen atau tidak.

1) Hipotesis

H_0 : populasi tidak homogen

H_1 : populasi homogen

2) Taraf signifikansi

Taraf signifikansi dinotasikan dengan huruf Yunani α

3) Keputusan uji

Daerah penolakan adalah $p\text{-value} > \alpha$

$p\text{-value} > \alpha$, H_0 ditolak; populasi homogen

$p\text{-value} \leq \alpha$, H_0 tidak ditolak; populasi tidak homogen

4) Uji statistik yang digunakan adalah Uji Barlett dan Uji Levene. Untuk dua level,

Uji Barlett sama dengan Uji F.

Rumus Uji Barlett adalah :

$$B = \frac{(\sum v_i) \ln(\sum v_i S_i^2 / \sum v_i) - \sum v_i \ln S_i^2}{1 + \{\sum (1/v_i) - 1/\sum v_i\} / \{3(k-1)\}}$$

Dimana

$$S_i^2 = \sum_{j=i}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})^2 / (n_i - 1)$$

Rumus Uji Levene adalah :

$$L = \frac{(N - k) \sum n_i (v_{ij} - v_i)^2}{(k - 1) \sum \sum (v_{ij} - v_i)^2}$$

2. Pengujian Hipotesis

a. Hipotesis Statistik

H_{0A} : Tidak ada perbedaan pengaruh pembelajaran kooperatif menggunakan metode *problem solving* dan metode pemberian tugas terhadap restasi belajar siswa.

H_{1A} : Ada perbedaan pengaruh model pembelajaran kooperatif dengan menggunakan metode *problem solving* dengan metode pemberian tugas terhadap prestasi belajar siswa.

H_{0B} : Tidak ada pengaruh perbedaan antara kreativitas siswa terhadap prestasi belajar siswa

H_{1B} : Ada pengaruh perbedaan antara kreativitas siswa terhadap prestasi belajar siswa.

H_{0AB} : Tidak ada interaksi antara pembelajaran kooperatif menggunakan metode *problem solving* dan metode pemberian tugas dengan kreativitas siswa terhadap prestasi belajar siswa.

H_{1AB} : Ada interaksi antara pembelajaran kooperatif menggunakan metode *problem solving* dan metode pemberian tugas dengan kreativitas siswa terhadap prestasi belajar siswa.

b. Taraf signifikansi

taraf signifikansi dinotasikan dengan huruf Yunani α

c. Keputusan Uji

Daerah penolakan adalah $p\text{-value} < \alpha$

$p\text{-value} < \alpha$, H_0 ditolak

$p\text{-value} \geq \alpha$, H_0 tidak ditolak

d. Model

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \sum_{ijk}$$

X_{ijk} : observasi pada subyek ke-k faktor I kategori ke-i dan faktor II ke-j

X : variabel terikat

i : 1, 2, 3,, p

j : 1, 2, 3,, q

k : 1, 2, 3,, n

μ : rerata dari seluruh data amatan

α_i : efek faktor satu kategori i terhadap X_{ijk}

β_j : efek faktor dua kategori j terhadap X_{ijk}

$\alpha\beta_{ij}$: kombinasi efek faktor satu dan dua terhadap X_{ijk}

\sum_{ijk} : kesalahan pada X_{ijk}

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

1. Data Kesetaraan Kelas

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data hasil belajar atau prestasi yang meliputi ranah kognitif dan afektif. Data tersebut diperoleh dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sebelum dilakukan pengelompokan terhadap kelas eksperimen dan kelas kontrol terlebih dahulu dilakukan analisis kesetaraan kelas dengan menggunakan *t-t paired test and CI* dari hasil Ulangan Harian 2 pada semester 1 dalam bab Gravitasi Bumi pada kelas XI- IA-1 sampai dengan kelas XI – IA-8. Berdasarkan hasil uji *Matcing* (kesetaraan atau kesepadanan) diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil Uji Matching kelas XI – IA1 – IA8

No.	Kelas yang diuji	T-hitung	Alpha (α)	<i>p-value</i>	Keputusan
1	XI-IA4 vs XI-IA7	0,22	0,05	0,824	<i>Matching</i>
2	XI-IA6 vs XI-IA8	0,35	0,05	0,278	<i>Matching</i>
3	XI-IA2 vs XI-IA3	1,88	0,05	0,070	<i>Matching</i>
4	XI-IA4.6 vs XI-IA7.8	0,42	0,05	0,676	<i>Matching</i>
5	XI-IA2.4.6 vs XI-IA3.7.8	1,26	0,05	0,212	<i>Matching</i>

Setelah dilakukan perhitungan kesetaraan antar kelas seperti dalam tabel 4.1. di atas didapat *p-value* > α , maka kedua kelas tersebut memenuhi syarat matching. Dalam penelitian ini menggunakan dua kelas XI-IA4 dan XI-IA6 dibelajarkan dengan metode *problem solving* dan kelas XI-IA7 dan XI-IA8 dibelajarkan dengan metode pemberian tugas.

Selanjutnya dilakukan pembelajaran kooperatif dengan metode *problem solving* dan pemberian tugas sesuai pembagian kelas yang telah disetarakan tersebut dengan meninjau kreativitas siswa. Deskripsi data dapat dijabarkan dalam dua kategori yaitu berdasarkan angket kreativitas yang dikelompokkan dalam kreativitas rendah, sedang dan tinggi serta data prestasi kognitif siswa.

2. Data Prestasi Belajar

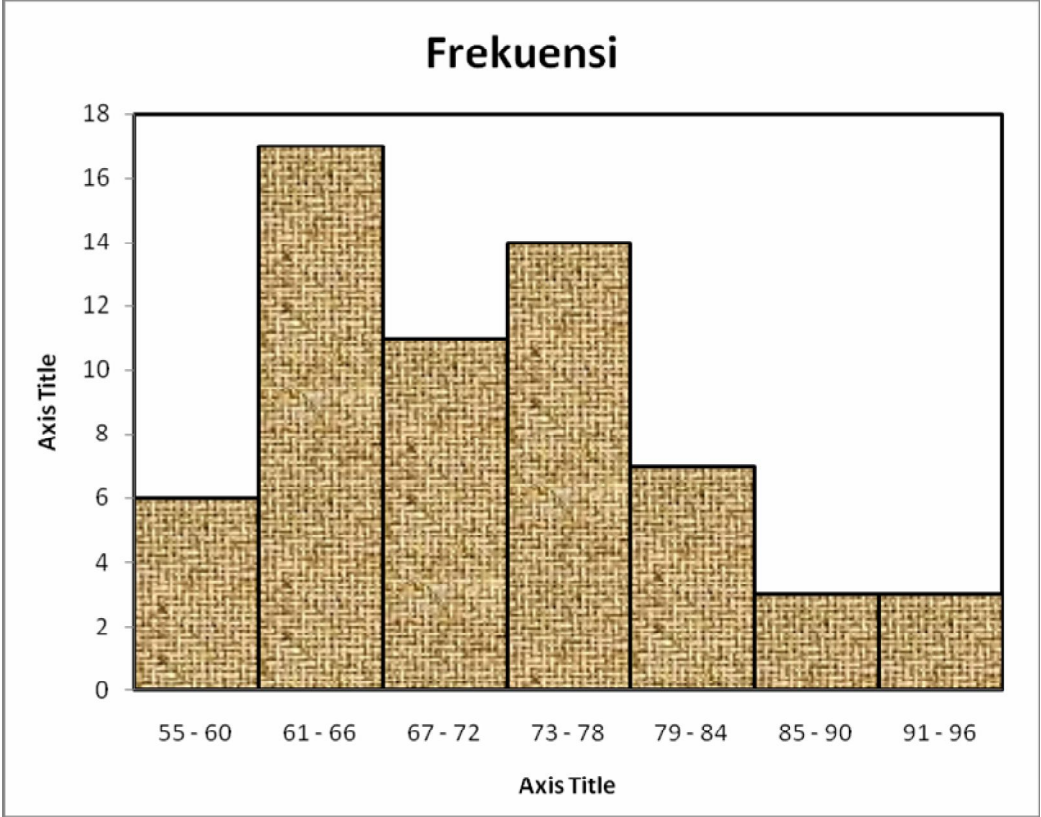
Berdasarkan data maching kelas XI – IA, maka dapat dilakukan pengambilan data prestasi siswa untuk metode *problem solving* menggunakan kelas XI – IA 4 dan XI – IA 6 sedangkan metode pemberian tugas dilakukan di kelas XI – IA 7 dan 8. Adapun data dari prestasi dilakukan perhitungan dengan distribusi frekuensi dalam pembelajaran dengan metode problem solving dihasilkan tabel 4.2. seperti dibawah ini :

Tabel 4.2 Frekuensi Prestasi - Problem Solving

Nilai	Frekuensi	Frek Kum	Frek.Persen
55 - 60	6	6	9.84%
61 - 66	17	23	37.70%
67 - 72	11	34	55.74%
73 - 78	14	48	78.69%
79 - 84	7	55	90.16%
85 - 90	3	58	95.08%
91 - 96	3	61	100.00%
	61		

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam gambar 4.1. histogram frekuensi terhadap nilai yang dicapai dalam pembelajaran kooperatif menggunakan metode problem solving untuk kelas eksperimen XI-IA 4 dan kelas XI-IA6. Berdasarkan tabel frekuensi tersebut yang memperoleh nilai 61 – 66 berjumlah 17 siswa dan nilai 73 –

78 terdapat 14 siswa maka dapat dikatakan distribusi frekuensinya dalam batas normal.



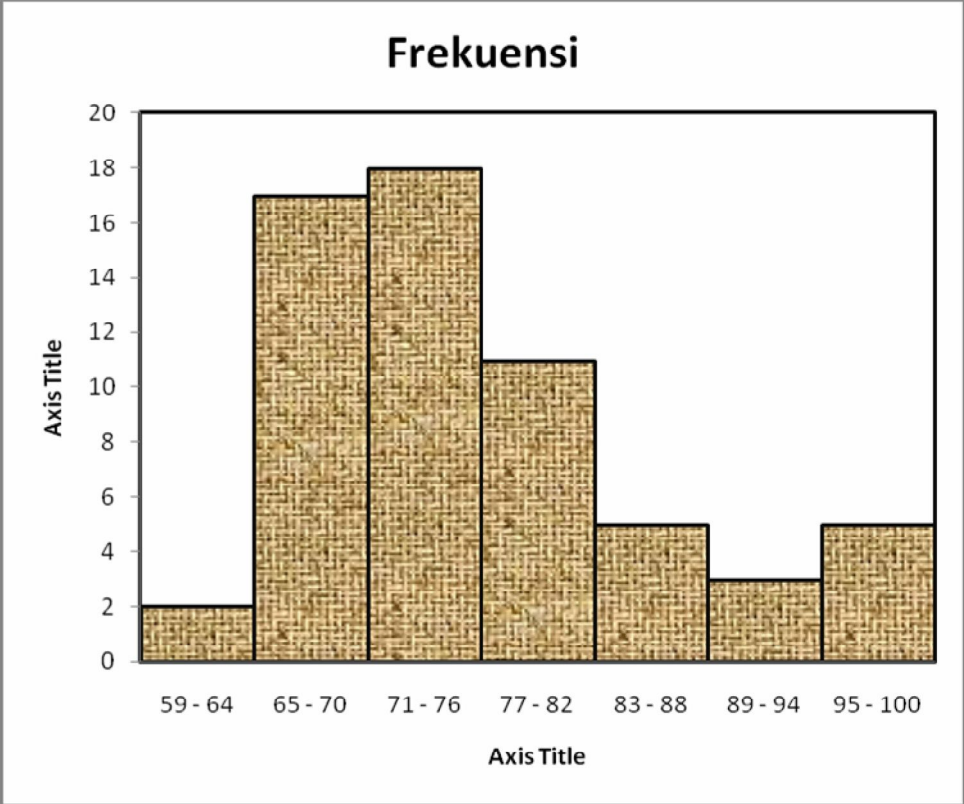
Gambar 4.1. Histogram prestasi dalam pembelajaran Kooperatif melalui metode Problem Solving

Sedangkan kelas yang diberikan pembelajaran kooperatif melalui metode pemberian tugas dapat dinyatakan dalam tabel 4.3. berikut :

Tabel 4.3. Frekuensi Prestasi-Pemberian Tugas

Nilai	Frekuensi	Frek Kum	Frek.Persen
59 - 64	2	2	3.28%
65 - 70	17	19	31.15%
71 - 76	18	37	60.66%
77 - 82	11	48	78.69%
83 - 88	5	53	86.89%
89 - 94	3	56	91.80%
95 - 100	5	61	100.00%
	61		

Selanjutnya dapat diperjelas dengan gambar 4.2. histogram frekuensi terhadap nilai yang dicapai melalui pembelajaran dengan metode pemberian tugas untuk kelas eksperimen kelas XI-IA7 dan kelas XI-IA8. Berdasarkan tabel 4.3. yang memiliki frekuensi 17 terdapat dalam nilai 65 – 70 dan frekuensi 18 terdapat dalam nilai 71 – 76 maka dapat dikatakan distribusi nilai tersebut adalah normal.



Gambar 4.2. Histogram prestasi dalam pembelajaran Kooperatif melalui metode Pemberian Tugas

Data prestasi juga dikelompokkan dalam 3 (tiga) kategori, kelompok kreativitas tinggi, sedang dan kelompok kreativitas rendah. Disamping pengujian kesetaraan terhadap antar kelas juga diamati pengelompokan siswa yang ditinjau terhadap kreativitas baik tinggi, sedang maupun rendah dengan mengamati terhadap

nilai rata-rata yang dicapai dalam kelompok kreativitas, standar deviasi, nilai maksimum dan minimum yang dicapai dari masing-masing kelompok kreativitas dalam pembelajaran kooperatif melalui metode problem solving dan pemberian tugas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.4. Prestasi belajar siswa menggunakan metode *problem solving* dan metode pemberian tugas dengan meninjau kreativitas siswa

Kategori Kreativitas	Metode Pembelajaran	Rata-rata	Standar Deviasi	Maksimum	Minimum,
Tinggi (B1)	Problem Solving (A1) N = 21	72,00	8,56	95,00	58,00
	Pemberian Tugas (A2) N = 13	83,69	10,87	100,00	68,00
Sedang (B2)	Problem Solving (A1) N = 33	71,82	10,58	95,00	57,00
	Pemberian Tugas (A2) N = 38	74,26	8,54	96,00	63,00
Rendah (B3)	Problem Solving (A1) N = 7	70,43	7,68	83,00	62,00
	Pemberian Tugas (A2) N = 10	74,70	6,98	91,00	65,00

Siswa kelas XI – IA7 dan IA8 sebanyak 61 orang telah diberikan materi gravitasi bumi dengan menggunakan metode *problem solving*, didapatkan hasil rata-rata prestasinya 76,34 dan standar deviasi 9,527. Berdasarkan data sebaran siswa yang memperoleh prestasi tersebut maka dihasilkan kurva yang terbentuk adalah normal.

Kelompok siswa kelas XI-IA7 dan XI-IA8 yang diberikan pembelajaran dengan metode *problem solving* tetapi memiliki daya kreativitas tinggi berjumlah 21

siswa ($N = 21$) menghasilkan rata-rata 72,00 sedangkan nilai maksimal 95,00 dan nilai minimal 58,00. Standar deviasi 8,556, $p\text{-value} > \alpha$ ($0,533 > 0,05$).

Kelompok siswa kelas XI-IA7 dan XI-IA8 yang diberikan pembelajaran dengan metode *problem solving* tetapi memiliki daya kreativitas sedang berjumlah ($N = 33$ siswa) menghasilkan rata-rata 71,818 sedangkan nilai maksimal 95,00 dan nilai minimal 57,00. Memiliki $p\text{-value} > \alpha$ ($0,20 > 0,05$).

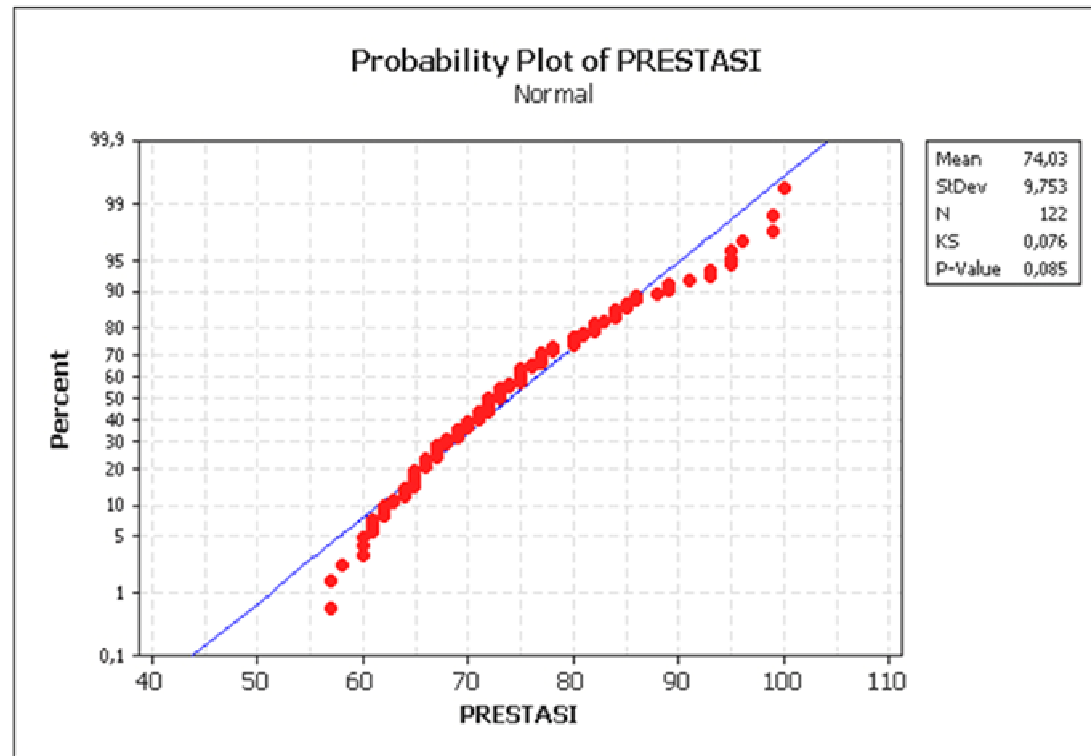
Berdasarkan hasil pengujian dengan *Anderson-Darling Normality Test* siswa yang diberikan pembelajaran dengan metode pemberian tugas terdapat 13 siswa yang tergolong dalam kreativitas tinggi menghasilkan rata-rata nilai 83,692 dan standar deviasi 10,873 dalam batas nilai maksimum 100,00 dan nilai minimum 68,00. Didapat $p\text{-value} > \alpha$ ($0,436 > 0,05$).

Pembelajaran kooperatif dengan metode pemberian tugas yang menghasilkan daya kreativitas siswa sedang terdapat 38 siswa ($N = 38$) menghasilkan rata-rata 74,263 dan standar deviasi 8,535 dalam batas nilai maksimal 96,00 dan minimum 63,00. Didapat $p\text{-value} < \alpha$ ($0,005 < 0,05$).

Pembelajaran kooperatif dengan metode pemberian tugas yang menghasilkan daya kreativitas siswa rendah terdapat 10 siswa ($N = 10$) menghasilkan rata-rata 74,70 dan standar deviasi 6,977 dalam batas nilai maksimal 91,00 dan minimum 65,00. Didapat $p\text{-value} > \alpha$ ($0,119 < 0,05$).

B. Pengujian Prasyarat Analisis

1. Uji Normalitas Data Prestasi



Gambar 4.3. Histogram Prestasi Belajar Siswa pada pokok Gravitasi Bumi

Berdasarkan hasil Uji Normalitas data Prestasi setelah materi gravitasi bumi diajarkan dalam ulangan harian ke-2 yang berjumlah 122 siswa (4 kelas) diperoleh nilai maksimal 100,00 dan nilai minimum 55,30 sedangkan nilai rata-rata 74,03 dan standar deviasi 9,753 diuji dengan kriteria *Kolmogorov-Smirnov* didapatkan *p-value* $> 0,05$ ($0,085 > 0,05$) untuk Uji Normalitas yang dilakukan. Berdasarkan hasil uji tersebut, maka data prestasi berdistribusi **normal**.

Kriteria Uji Normalitas adalah **menolak** hipotesis nol (H_0) yaitu tidak terdapat perbedaan pembelajaran kooperatif dengan metode *problem solving*

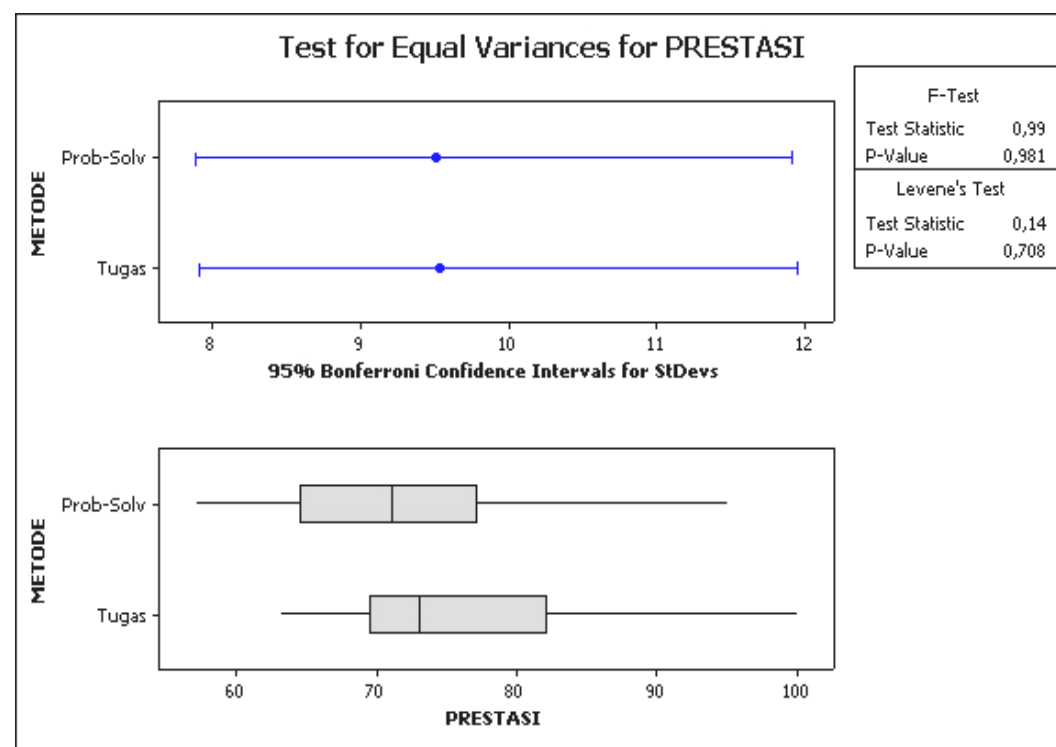
terhadap metode pemberian tugas yang ditinjau melalui kreativitas siswa ($p\text{-value} < 0,05$).

2. Uji Homogenitas Data Prestasi

a. Uji Varian untuk Prestasi dengan Metode *Problem Solving* dan Pemberian Tugas.

Berdasarkan pengujian homogenitas dengan menggunakan *Benferroni confidence interval (F-test)* dan *levene's test* untuk standar deviasi dengan mengambil sampel siswa kelas XI-IA4 dan 6 sebanyak 61 siswa ($N = 61$) yang diberikan pembelajaran dengan metode *problem solving* memperoleh nilai maksimal 11,9084, nilai minimal 7,879 dan standar deviasi 9,4976.

Sedangkan sampel siswa kelas XI-IA7 dan 8 sebanyak 61 siswa ($N = 61$) yang diberikan pembelajaran dengan metode pemberian tugas memperoleh nilai maksimal 11,9452, nilai minimal 7,90336 dan standar deviasi 9,52695. Dapat disimpulkan menggunakan *F-test* memperoleh $p\text{-value} > \alpha$ ($0,981 > 0,05$). Sedangkan dengan menggunakan *Levene's-test* memperoleh $p\text{-value} > \alpha$ ($0,708 > 0,05$). Maka dapat disimpulkan hasil uji homogenitas data prestasi adalah **homogen**

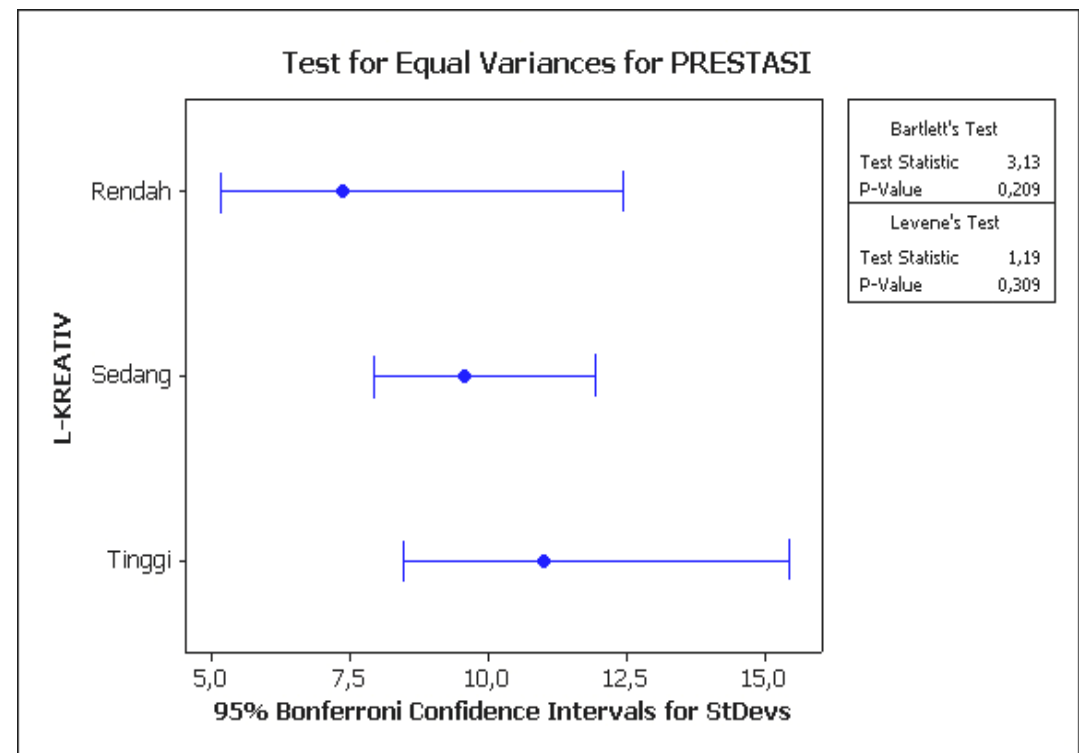


Gambar 4.4. Histogram Prestasi Belajar Siswa dengan metode *Problem Solving* dan Pemberian Tugas

b. Uji Varian untuk Prestasi dengan Kreativitas

Berdasarkan pengujian homogenitas dengan menggunakan *Bonferroni confidence interval (Bartlett's-test)* dan *levene's test* untuk standar deviasi dengan mengambil data angket yang diberikan kepada siswa kelas XI-IA4.6 dan XI-IA7.8 sebanyak 122 siswa ($N = 122$). Diperoleh klasifikasi kreativitas tinggi terdapat 34 siswa nilai maksimum 15,4268, nilai minimum 8,46534 dan standar deviasi 10,9827. Untuk kreativitas sedang terdapat 71 siswa dengan nilai maksimal 11,9291, nilai minimum 7,93161 dan standar deviasi 9,5483. Sedangkan untuk kreativitas rendah terdapat 17 siswa dengan nilai maksimum 12,4150, nilai minimum 5,15648 dengan standar deviasi 7,3610. Hasil analisis statistik dengan *Bartlett's Test p-value* $> \alpha$ ($0,209 > 0,05$) dan *Levene's Test p-value* $> \alpha$ ($0,309 > 0,05$). Maka dapat

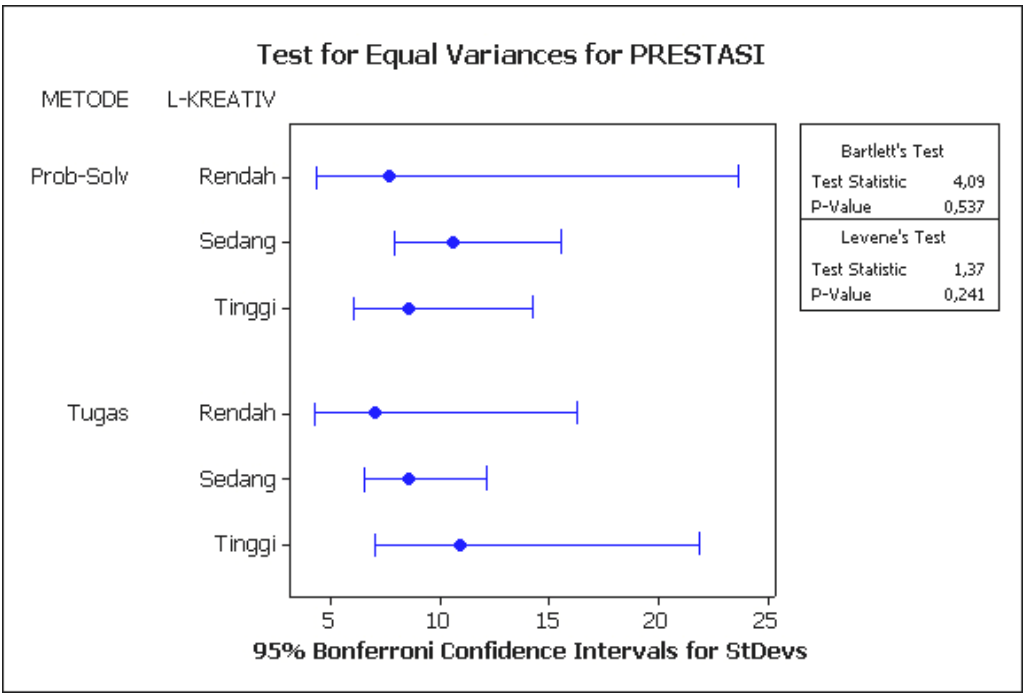
disimpulkan hasil uji homogenitas data prestasi dihubungkan dengan kreativitas adalah **homogen**.



Gambar 4.5. Histogram Prestasi Belajar Siswa dengan Kreativitas Siswa

c. Uji Varian untuk Prestasi, Metode dengan Kreativitas

Berdasarkan hasil uji homogenitas menggunakan *Bartlett's-Test* yang diperhitungkan dengan statistik didapat $p\text{-value} > \alpha$ ($0,537 > 0,05$) dan *Levene's-Test* didapat $p\text{-value} > \alpha$ ($0,241 > 0,05$). Kedua uji tersebut menyimpulkan bahwa interaksi prestasi, metode dan kreativitas, maka data prestasinya adalah **homogen**



Gambar 4.6. Histogram Prestasi, Metode dan Kreativitas Siswa

Table 4.5. Hasil Uji Homogenitas Data Prestasi

No.	Respon	Faktor	p-value		Keputusan
			F Test / Bartlett's Test	Levene's Test	
1	Prestasi	Metode	0,981	0,708	Homogen
2	Prestasi	L-Kreativ	0,209	0,309	Homogen
3	Prestasi	Metode L-Kreativ	0,537	0,241	Homogen

Dikarenakan hasil uji pada prasyarat analisis yaitu uji normalitas dan uji homogenitas terpenuhi, maka uji analisis variansi sebagai uji selanjutnya dapat dilakukan.

C. Analisis Variansi Data Prestasi, Metode dan Kreativitas

Berdasarkan analisis dengan mempergunakan *General Linear Model* (GLM) dalam **minitab 15** antara prestasi terhadap metode dan kreativitas, maka dapat dijabarkan seperti dibawah ini :

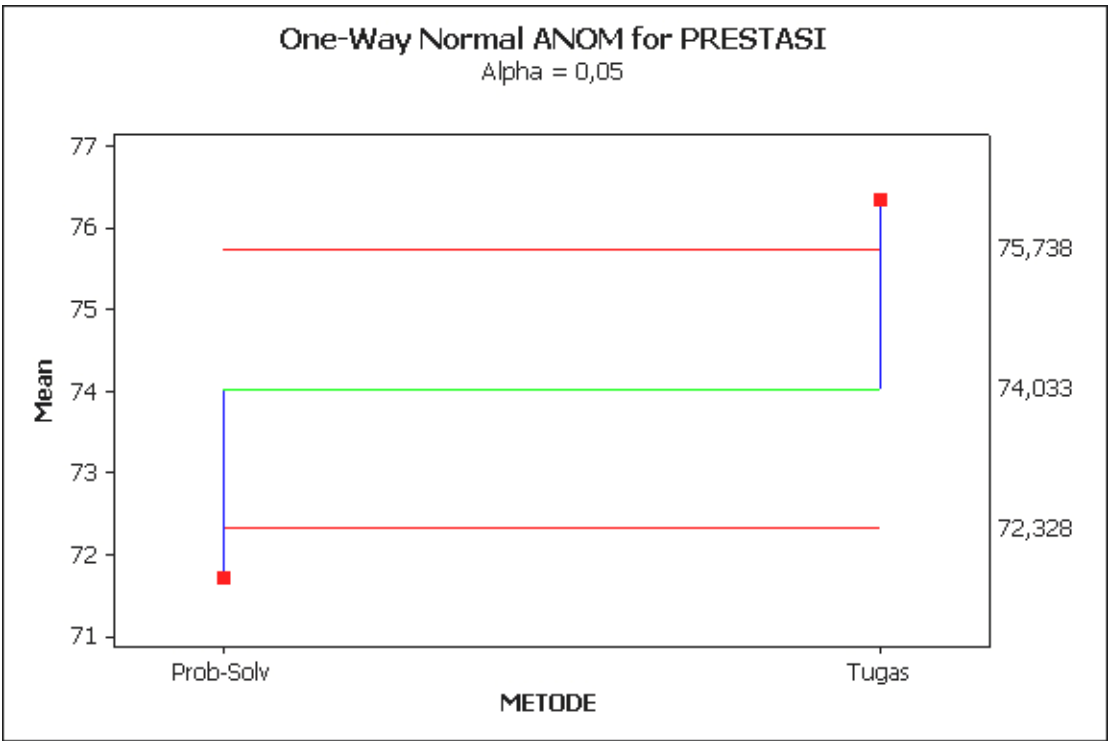
Dari hasil Uji Analisis Variansi dengan GLM menunjukkan bahwa *p-value* pada Metode 0,003 dan L-Kreativ *p-value*= 0,092. Sedangkan *p-value* untuk interaksi kedua faktor tersebut diperoleh hasil 0,067. Hasil tersebut digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan penolakan Hipotesis penelitian sebagai berikut :

1. H_{01} : tidak ada beda pengaruh Metode (Problem Solving dan Pemberian Tugas) terhadap prestasi belajar Fisika, **ditolak**
2. H_{02} : tidak ada beda pengaruh tingkat Kreativitas (Tinggi, Sedang dan Rendah) siswa terhadap prestasi belajar fisika, **Tidak ditolak**
3. H_{03} : tidak ada interaksi antara Metode dengan tingkat Kreativitas siswa terhadap prestasi belajar Fisika, **tidak ditolak**

Berdasarkan analisis terhadap pengambilan keputusan dalam hipotesis, maka pembelajaran kooperatif yang menggunakan metode *problem solving* dan pembelajaran kooperatif dengan metode pemberian tugas memiliki pengaruh berbeda terhadap prestasi belajar Fisika. Sedangkan tingkat kreativitas siswa (tinggi, sedang, rendah) tidak memiliki pengaruh berbeda terhadap prestasi belajar fisika.

Untuk mengetahui metode mana yang lebih berpengaruh, maka diperlukan uji lanjut Anava, yaitu Uji Scheffe atau dengan *Analysis of Mean*. Uji ini setara dengan uji Anava satu jalan.

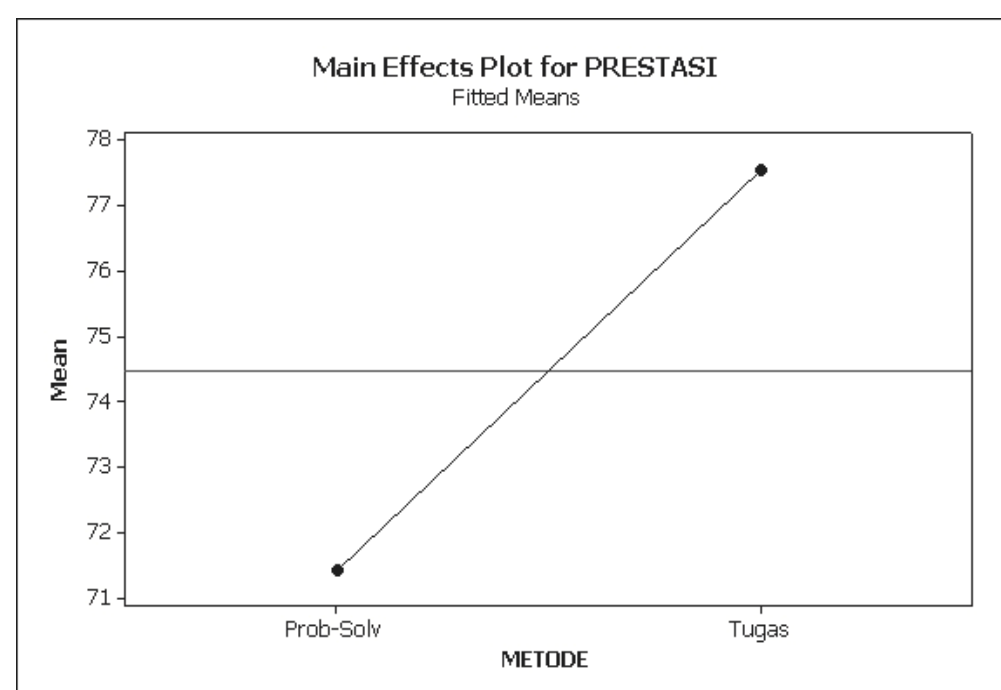
D. Uji Lanjut Anava Prestasi terhadap Metode



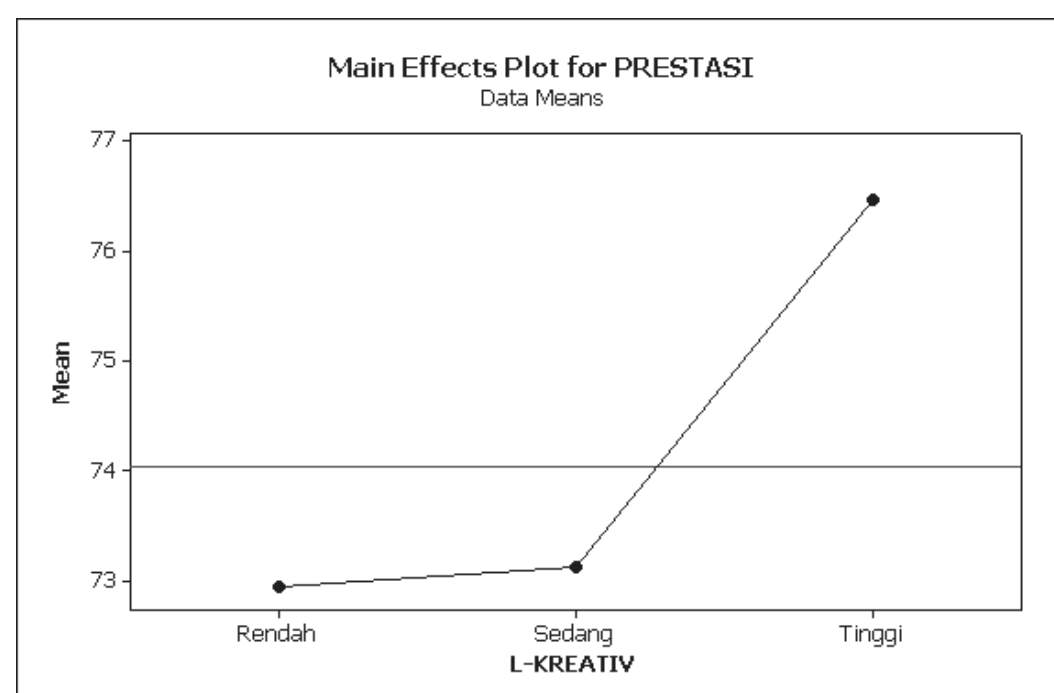
Gambar 4.7. Diagram Garis Prestasi dan Metode

Berdasarkan hasil *Analysis of Mean* di atas, maka dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan, meskipun sama-sama kooperatifnya, ternyata memiliki pengaruh berbeda terhadap prestasi belajar fisika. Metode Pemberian Tugas lebih signifikan pengaruhnya daripada *Problem Solving*.

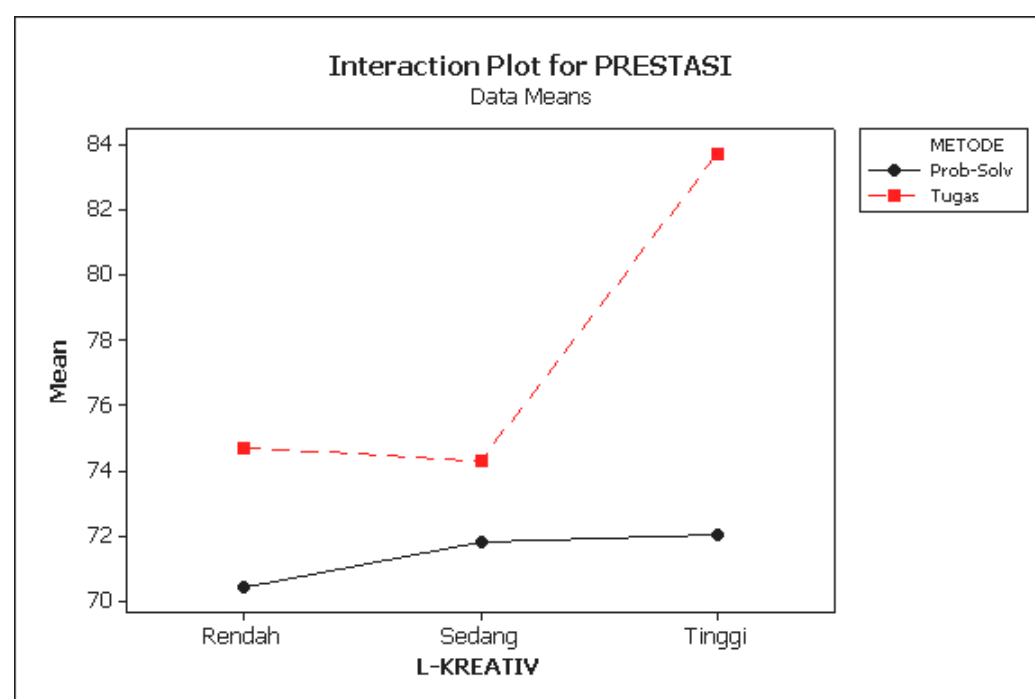
Jika diperhatikan pada grafik *Main effect* untuk *mean* (rerata) nampak sekali bahwa dengan metode pemberian tugas prestasinya jauh lebih baik daripada yang dibelajarkan dengan metode *problem Solving*. Sedangkan faktor Tingkat kreativitas, meskipun tidak memiliki pengaruh yang signifikan, melalui grafik *Main effect mean* prestasi, nampak bahwa siswa dengan tingkat kreativitas tinggi cenderung memperoleh hasil (prestasi) yang lebih baik daripada siswa dengan tingkat kreativitas rendah maupun sedang.



Gambar 4.8. Diagram Garis Prestasi dan Metode



Gambar 4.9. Diagram Garis Prestasi dan Kreativitas



Gambar 4.10. Diagram Garis Prestasi, Metode dan Kreativitas

Dari grafik interaksi antar faktor metode dengan tingkat kreativitas (L-Kreativ) siswa, tidak memiliki alasan untuk dikatakan terdapat interaksi. Meskipun pada siswa dengan kreativitas sedang dan rendah nampak memiliki efek yang rendah pula terhadap prestasi saat dibelajarkan dengan metode pemberian tugas, ternyata secara keseluruhan siswa pada level kreativitas dari sedang hingga tinggi memiliki pengaruh yang relatif lebih baik daripada metode *Problem Solving*, sebab grafik memberikan informasi bahwa pada siswa yang memiliki kreativitas tinggi kenyataannya prestasi yang diperoleh siswa cukup rendah, relatif rendah daripada prestasi terendah pada siswa yang dibelajarkan dengan metode Pemberian Tugas.

E. Pembahasan Hasil Analisis Data Kuantitatif

1. Hipotesis Pertama

H_0 : Tidak ada perbedaan pengaruh pembelajaran fisika dengan pembelajaran kooperatif melalui metode problem solving dan metode pemberian tugas terhadap prestasi belajar Fisika siswa pada kompetensi dasar gravitasi bumi

H_1 : Ada perbedaan pengaruh pembelajaran fisika dengan pembelajaran kooperatif melalui metode problem solving dan metode pemberian tugas terhadap prestasi belajar Fisika siswa pada kompetensi dasar gravitasi bumi

Dari uji *Test for equal variances* prestasi dengan metode untuk *F-Test (normal distribution)*, tes statistik = 0,99; p-value = 0,981 dan *Levene's Test (any continuous distribution)*, tes statistik = 0,14; p-value = 0,708. Untuk keseluruhan uji tersebut, nilai p lebih besar dari pada taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$). Berdasarkan hasil uji *F-Test* dapat disimpulkan bahwa secara umum pembelajaran kooperatif melalui metode problem solving memberikan rata-rata prestasi belajar ranah kognitif dan afektif yang sama dengan menggunakan metode pemberian tugas. Pada saat para siswa mengikuti uji kemampuan pada pokok bahasan gravitasi bumi dalam evaluasi tengah semester (mid semester) diberikan soal yang sama untuk pembelajaran melalui metode problem solving maupun metode pemberian tugas memperoleh hasil yang berbeda. Meskipun konsep gravitasi bumi yang diterapkan ke siswa sama.

Model pembelajaran kooperatif dapat digunakan untuk menumbuhkembangkan keterampilan-keterampilan kooperatif (kerjasama). Keterampilan ini berfungsi untuk melancarkan hubungan kerja dan tugas. Hubungan kerja dapat dibangun dengan

mengembangkan komunikasi antar anggota kelompok, sedangkan peranan tugas dapat dilakukan dengan membagi-bagi tugas kepada anggota kelompok. Diantara langkah-langkah fase pembelajaran kooperatif melibatkan keterampilan secara kognitif, afektif maupun psikomotornya dan secara kelompok siswa mendapat penghargaan prestasinya, perbedaan individu, partisipasi maupun keterampilan sosialnya (Ahmad Abu Hamid, 2004 : 89). Agar pembelajaran kooperatif berkembang dengan baik diperlukan motivasi tinggi dari siswa, kekompakan dalam kelompok-kelompok kecil dan keberanian untuk mengutarakan pertanyaan dan jawaban yang disampaikan oleh siswa itu sendiri.

Materi fisika tentang gravitasi bumi sebenarnya sudah pernah dipelajari sejak siswa di Sekolah Dasar (SD) dan Sekolah Menengah Pertama (SMP). Materi ini diajarkan lagi di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA), namun kedalaman materi tersebut berbeda. Karakteristik pembelajaran IPA/Fisika di Indonesia bersifat spiral, sehingga ketika dipelajari di SMA mengulangi lagi pelajaran di SMP. Oleh karena itu, sebelum belajar siswa sudah memiliki pengalaman dan konsep. Sesuai dengan teori Ausubel (1989 : 177-181) bahwa belajar bermakna hanya terjadi jika siswa dapat menemukan sendiri pengetahuannya. Lebih lanjut terdapat beberapa konsep dan prinsip yang perlu diperhatikan, adalah 1) **pengatur awal (*advance organizer*)**, yaitu mengarahkan ara siswa ke materi yang akan dipelajarinya dan menolong untuk mengingat lagi informasi yang berhubungan dengan materi yang dapat membantu menanamkan pengetahuan baru. 2) ***Diferensiasi progresif*** merupakan langkah pengembangan konsep-konsep yang berlangsung dari konsep paling umum, paling inklusif kemudian lebih mendetail dan selanjutnya lebih khusus.

2. Hipotesis Kedua

H_0 : Tidak ada perbedaan pengaruh siswa yang mempunyai kreativitas tinggi, sedang dan siswa yang mempunyai kreativitasnya rendah terhadap prestasi belajar fisika siswa pada kompetensi dasar gravitasi bumi.

H_1 : Ada perbedaan pengaruh siswa yang mempunyai kreativitas tinggi, sedang dan siswa yang mempunyai kreativitasnya rendah terhadap prestasi belajar fisika siswa pada kompetensi dasar gravitasi bumi.

Dari hasil uji analisis Variansi dengan *general linear model (GLM)* menunjukkan bahwa prestasi kognitif yang didapat dalam pembelajaran kooperatif melalui metode *problem solving* dan metode pemberian tugas dengan memperhatikan kreativitas siswa $p\text{-value} = 0,003$. Nilai p lebih kecil daripada taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$). Hal ini berarti secara umum bahwa prestasi kognitif siswa yang tergolong kreativitas tinggi, sedang maupun rendah tidak ada bedanya baik yang telah menerima pembelajaran kooperatif melalui metode *problem solving* dengan metode pemberian tugas pada kompetensi dasar gravitasi bumi.

Rata-rata prestasi belajar yang dicapai dalam ranah kognitif melalui metode *problem solving* untuk kreativitas tinggi adalah 72,00, kreativitas sedang adalah 71,818 dan kreativitas rendah adalah 70,429. Sedangkan dalam pembelajaran melalui metode pemberian tugas untuk kreativitas tinggi adalah 83,692, kreativitas sedang adalah 74,263 dan untuk kreativitas rendah adalah 74,700. Berdasarkan hasil uji analisis variansi dan rata-rata hasil prestasi belajar tersebut dapat dinyatakan bahwa siswa yang memiliki kreativitas tinggi tidak memberikan rata-rata prestasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang memiliki kreativitas rendah.

Hal ini tidak sejalan dengan harapan beberapa ahli perancang pembelajaran yang mengisyaratkan bahwa kreativitas terdiri atas kreativitas *aptitude* dan *non aptitude* (Utami Munandar, SC, 1999 : 88 – 93). Ciri-ciri *aptitude* adalah ketrampilan berpikir lancar, berpikir luwes, berpikir orisinal, elaborasi/merinci dan mengevaluasi. Kreativitas sangat dibutuhkan oleh setiap orang, tetapi tidak semua orang memiliki kreativitas tinggi. Metode *problem solving* dan pemberian tugas meningkatkan pemikiran kreatif. Karena di dalam kedua metode ini terkandung proses memikirkan berbagai gagasan atau pemecahan masalah. Proses pemikiran kreatif bersifat holistik dan imajinatif dengan mempertimbangkan berbagai kemungkinan. Dalam berpikir kreatif pikiran akan menjelajahi semua persoalan untuk mencari jawaban terhadap suatu persoalan (Conny Semiawan, 1990).

Sejalan dengan teori kreativitas Moreno dalam Slameto (2003 : 146) mengungkapkan hubungan antara kreativitas dengan penemuan yaitu “ yang penting dalam kreativitas itu bukanlah penemuan sesuatu yang belum pernah diketahui orang sebelumnya, melainkan bahwa produk kreativitas itu merupakan sesuatu yang baru bagi diri sendiri dan tidak harus merupakan sesuatu yang baru bagi orang lain”. Jadi dapat disimpulkan bahwa kreativitas merupakan kemampuan untuk mengkombinasikan antara unsur-unsur yang baru dari hal-hal yang sudah ada sebelumnya dan menerapkannya dalam pemecahan. Pembelajaran Fisika dalam kompetensi dasar gravitasi bumi memerlukan penemuan-penemuan yang baru dalam menentukan resultan gaya, resultan kuat medan dari suatu massa partikel objek yang dipengaruhi oleh beberapa vektor gaya atau vektor kuat medan gravitasi. Menentukan pemecahan kuat medan gravitasi bumi yang dirasakan oleh suatu massa partikel objek yang berada di ketinggian h dari permukaan bumi atau dalam

kedalaman h dari permukaan bumi. Penerapan kekekalan energi mekanik dalam menentukan kecepatan lepas dan kecepatan sirkular sebuah benda yang dilempar dari permukaan bumi.

3. Hipotesis Ketiga

H_0 : Tidak ada interaksi pengaruh antara metode problem solving dan metode pemberian tugas ditinjau dari kreativitas siswa terhadap prestasi belajar fisika pada pokok kompetensi dasar gravitasi bumi.

H_1 : Ada interaksi pengaruh antara metode problem solving dan metode pemberian tugas ditinjau dari kreativitas siswa terhadap prestasi belajar fisika pada pokok kompetensi dasar gravitasi bumi.

Dari uji analisa variansi diperoleh $F\text{-test test statistic} = 0,99$; $p\text{-value} = 0,981$ dan $Lavene's test test statistic = 0,14$; $p\text{-value} = 0,708$. Untuk uji tersebut nilai p lebih besar dari pada taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$). Berdasarkan hasil uji variansi ini secara umum dapat dikatakan bahwa metode *problem solving* dengan metode pemberian tugas tidak ada hubungan yang ditinjau dari kreativitas tinggi, sedang maupun kreativitas rendah.

Rata-rata prestasi belajar pada ranah kognitif melalui metode *problem solving* yang dikategorikan dalam kreativitas tinggi adalah 72,00, kreativitas sedang adalah 71,82 dan kreativitas rendah 70,43. Sedangkan rata-rata prestasi yang dicapai melalui metode pemberian tugas dalam kreativitas tinggi adalah 83,69, kategori kreativitas sedang adalah 74,26 dan kategori kreativitas rendah 74,70. Berdasarkan hasil uji tersebut rata-rata prestasi siswa yang memiliki kreativitas tinggi memberikan rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata yang didapat pada kreativitas sedang maupun kreativitas rendah di dalam metode *problem solving*. Namun

pembelajaran melalui metode pemberian tugas, rata-rata kreativitas tinggi memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata pada kreativitas sedang maupun kreativitas rendah. Bahkan prestasi kognitif rata-rata kreativitas rendah lebih baik daripada rata-rata kreativitas sedang.

Hasil karya merupakan kebanggan siswa. Siswa yang memiliki kreativitas tinggi akan senang melihat hasil karyanya yang berbeda. Perbedaan ini akan menambah kreativitas siswa. Sebaliknya siswa yang memiliki kreativitas rendah kurang dapat memahami perbedaan karya siswa satu dengan lainnya. Perbedaan hasil karya tersebut memiliki kecenderungan timbulnya dikotomi benar dan salah. Hal ini akan menimbulkan rasa penghargaan terhadap karya yang berbeda juga rendah. Sehingga siswa yang memiliki kreativitas tinggi akan memiliki penghargaan yang tinggi pula terhadap karya yang berbeda-beda.

Kreativitas dapat dimunculkan dalam bentuk pengembangan/elaborasi. Siswa yang memiliki kreativitas tinggi akan lebih mudah melakukan elaborasi terhadap sebuah konsep dibanding siswa yang memiliki kreativitas rendah. Keterampilan mengelaborasi mencakup kemampuan memperkaya dan mengembangkan suatu gagasan atau produk, menambahkan atau merinci dengan detail dari suatu objek sehingga lebih menarik (Utami Munandar, 1999 : 90). Demikian juga halnya dengan kemampuan memberikan penilaian terhadap hasil karya orang lain. Kreativitas siswa yang tinggi akan memiliki kemampuan menilai yang lebih mendalam dan lebih luas. Adanya kekurangan dan kesalahan akan dengan cepat diperbaiki dan diluruskan. Sebaliknya siswa yang memiliki kreativitas rendah memiliki kesulitan untuk mengembangkan dan memperbaiki kekurangan yang ada. Keterampilan menilai

mencakup kemampuan menentukan standar penilaian sendiri, mampu mengambil keputusan, mencetuskan dan melaksanakan gagasan (Utami Munandar, 1999 : 90).

Belajar merupakan upaya untuk memenuhi kebutuhan kehidupan agar memperoleh kualitas kehidupan yang lebih baik. Sejalan dengan landasan pokok Sistem Pendidikan Nasional yang termaktub dalam Undang-Undang (UU) Republik Indonesia (RI) nomor 20 tahun 2003 pada bab II pasal 3 menjelaskan bahwa Pendidikan Nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Dalam panduan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) mengorganisasikan fondasi belajar ke dalam lima pilar, yaitu : (a) belajar untuk beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa; (b) belajar untuk memahami dan menghayati; (c) belajar untuk mampu melaksanakan dan berbuat secara efektif; (d) belajar untuk hidup bersama dan berguna untuk orang lain; dan (e) belajar untuk membangun dan menemukan jati diri melalui proses yang aktif, kreatif, efektif dan menyenangkan (Masnur Muslich, 2008 : 1 – 14).

F. Keterbatasan Penelitian

Dalam penelitian yang telah dilakukan, peneliti telah berusaha semaksimal mungkin, akan tetapi peneliti menyadari sepenuhnya bahwa hasil yang diperoleh

mungkin tidak sesuai dengan harapan. Hal ini terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhi atau membatasi hasil penelitian ini. Faktor-faktor tersebut adalah :

1. Pelaksanaan penelitian yang dilakukan sebanyak 6 kali pertemuan sebenarnya dirasa kurang, sehingga ada kemungkinan pengaruh perlakuan belum jelas. Keinginan peneliti untuk menambah jumlah jam pertemuan akan tetapi terkait dengan pembagian alokasi tiap kompetensi dan acara secara insidental berada ditengah-tengah kegiatan KBM.
2. Miskonsepsi yang terjadi pada siswa tidak dilacak penyebabnya.
3. Pembelajaran kooperatif memerlukan waktu cukup lama untuk mendesain sesuai dengan pemerataan kemampuan kognitif, kemampuan penalaran, jenis kelamin, agar terjalin komunikasi antar kelompok secara hidup.
4. Konsentrasi siswa saat melakukan diskusi harus terus dipantau agar tujuan pembahasan kompetensi dasar tetap terfokus sesuai dengan skenario tujuan kompetensi dasar tersebut.
5. Efektivitas kerja kelompok masih rendah, sehingga saat melakukan diskusi kelompok beberapa siswa yang tergolong dalam kreativitas sedang dan rendah tidak dapat secara cepat mengambil keputusan terhadap pemecahan masalah yang lebih terarah dan relevan dengan kompetensi dasar yang sedang dibahas.

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dikemukakan dalam bab IV, maka dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran kooperatif dengan metode *problem solving* dan metode pemberian tugas dapat meningkatkan prestasi belajar siswa SMA Taruna Nusantara Magelang pada mata pelajaran Fisika pokok bahasan Gravitasi Bumi. Dari kedua metode pembelajaran tersebut, model pemberian tugas pengaruhnya lebih bagus dan lebih signifikan. Terlihat juga bahwa siswa yang memiliki kreativitas tinggi pada metode pemberian tugas menghasilkan prestasi lebih tinggi daripada prestasi *problem solving* pada kreativitas tinggi, dan sebaliknya prestasi yang diperoleh tingkat kreativitas rendah pada pemberian tugas nilainya lebih tinggi dari pada prestasi yang diperoleh dalam metode *problem solving* dalam kreativitas rendah.

Untuk tingkat kreativitas sedang, siswa yang diberi pembelajaran kooperatif dengan metode *problem solving* memiliki rata-rata nilai lebih tinggi dari pada siswa yang diberi pembelajaran kooperatif menggunakan metode pemberian tugas. Tidak terjadi, mialnya pembelajaran kooperatif dengan metode *problem solving* bagus untuk kelompok kreativitas tinggi, tetapi tidak bagus untuk kelompok kreativitas sedang atau rendah. Ini berarti tidak ada interaksi antara metode pembelajaran dengan kreativitas siswa.

B. Implikasi

Berdasarkan analisis terhadap pengambilan keputusan dalam hipotesis, maka dapat memberikan implikasi sebagai berikut :

1. Pembelajaran kooperatif yang menggunakan metode *problem solving* dan pembelajaran kooperatif dengan metode pemberian tugas memiliki pengaruh berbeda terhadap prestasi belajar fisika. Pengajaran gravitasi bumi lebih tepat menggunakan metode pemberian tugas yang diharapkan akan memberikan hasil yang lebih optimal.
 - a. Metode pembelajaran secara *problem solving* yang menekankan sistem pemecahan masalah memberikan bukti empiris bahwa siswa perlu dibantu untuk menganalisa pemecahan masalah. Siswa perlu diberi kesempatan untuk berfikir dan mengendapkan langkah-langkah yang telah dijabarkan tersebut. Guru hendaknya jangan terlalu menjejalkan ilmu pemecahan masalah tersebut.
 - b. Tanggung jawab yang diberikan kepada siswa untuk dapat mengembangkan pola pikir dalam menemukan masalah melalui pembelajaran dengan metode pemberian tugas memberikan bukti. Siswa perlu diberi tanggungjawab dan kepercayaan. Guru perlu menghargai upaya siswa dalam menemukan sendiri pemecahan tersebut melalui berbagai sumber referensi.
 - c. Metode pembelajaran yang konvensional yang menekankan ceramah, diskusi, kurang melibatkan partisipasi siswa secara empiris terbukti tidak memberikan pencapaian hasil yang baik. Pembelajaran kooperatif menggunakan metode *problem solving* dan metode pemberian tugas yang merupakan metode alternatif dari pembelajaran konvensional secara empiris dapat memberikan hasil yang lebih baik.

C. Saran-saran

Berdasarkan kesimpulan dan implikasi hasil penelitian, maka untuk perbaikan dan peningkatan dalam pembelajaran fisika khususnya dalam membahas gravitasi bumi saran-saran dari peneliti adalah sebagai berikut :

1. Kepada Pengajar

- a. Mengingat terdapat perbedaan pembelajaran kooperatif dengan metode problem solving dengan metode pemberian tugas dan metode pemberian tugas lebih tinggi prestasinya dibandingkan dengan metode problem solving, maka sebaiknya pengajar menggunakan metode pemberian tugas dengan memperhatikan kemampuan siswa terhadap kejelian dalam membahas/menyelesaikan beberapa persoalan yang tentunya perlu dibantu dengan bahasa matematika.
- b. Agar pembelajaran kooperatif berjalan dengan efisien dan efektif perlu dikembangkan untuk mengkaji beberapa persoalan yang relevan terhadap gravitasi bumi atau sekaligus mengembangkan logika berpikir dari beberapa sumber lain baik dari media massa, audio visual, internet, dan majalah iptek.
- c. Untuk menumbuhkan kreativitas siswa, maka para pengajar perlu meningkatkan kreativitasnya dalam menyampaikan materi dihadapan siswa. Kreativitas para pengajar dalam mengadopsi dari beberapa sumber termasuk dari kreativitas siswa itu sendiri kemudian akan membangkitkan gairah baru dalam belajar siswanya.

2. Kepada Peneliti

- a. Hasil ini dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian sejenis dengan materi/konsep yang lain seperti optik, momentum, listrik statik, listrik dinamis, medan magnet atau suhu dan kalor.
- b. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambah variabel atribut lainnya seperti yang menarik dan menantang, minat siswa, latar belakang sosial orang tua, motivasi dan gaya belajar.

c. Kerja kelompok siswa dalam penelitian ini belum bekerja secara optimum, ini dapat dikembangkan dalam penelitian lebih lanjut dengan mengoptimalkan pembentukan kelompok dalam kerja kooperatif.

3. Kepada Lembaga Pendidikan

Kegiatan pengajaran yang melibatkan kerja kelompok siswa memerlukan sarana dan prasarana yang cukup memadai agar dapat terjalin kerja kelompok yang bermakna dan berdaya guna secara optimal. Jika perlu didukung dengan peralatan yang dapat dirakit siswa sendiri dalam mengembangkan imajinasi kreativitas siswa.

4. Kepada Siswa

a. Setiap siswa perlu meningkatkan kemampuan dalam memecahkan persoalan dalam kehidupan sehari-hari yang terkait dengan gravitasi bumi mengingat masalah tersebut relatif sulit untuk dapat difahami secara nyata.

b. Setiap siswa perlu ditingkatkan kesadaranya dalam mengerjakan tugas-tugas yang disampaikan oleh para pengajarnya. Disamping itu proses *problem solving* bukan merupakan satu-satunya jalan dalam setiap pemecahan persoalan. Akan lebih baik siswa dapat menemukan dengan jalan yang berbeda meskipun menemukan hasil akhirnya sama.

c. Siswa perlu ditingkatkan tentang manfaat informasi-informasi dari sumber iptek yang lain termasuk meningkatkan untuk diskusi antar teman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Hamid Ahmad. 2004. Kajian Fisika Sekolah, Yogyakarta : Program Studi Pendidikan Fisika, jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UNY.
- Amirul Hadi dan H. Haryono. 2005. Metodologi Penelitian Pendidikan, Bandung : Pustaka Setia.
- Arends, Richard I. 1997. *Classroom Instruction And Management*, New York : Mc. Graw Hill
- Asri Budiningsih,C. 2005. Belajar dan Pembelajaran, Jakarta : Rineka Cipta
- Azwar, Saifuddin. 2002. Tes Prestasi (Fungsi dan Pengembangan Pengukuran Prestasi Belajar), Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Bahri Djamarah, Syaiful dan Aswan Zain. 2006. Strategi Belajar Mengajar, Jakarta : Rineka Cipta.
- Bobbi De Portes dan Mike Hernacki. 2001. *Quantum Learning* : Membiasakan Belajar Nyaman dan Menyenangkan, Bandung : Kaifa (Mizan Pustaka).
- Bob Foster. 2003. Fisika Terpadu SMU Kelas 2 semester 1, Jakarta : Erlangga
- Budiman Pranata. 2008. *Problem Solving*. <http://sarengbudi.web.id/wp-content/uploads/problem-solving.doc.microsoft>
- Conny Semiawan, As. Munandar dan S. C. U. Munandar. 1990. Memupuk Bakat dan Kreativitas Siswa Sekolah Menengah, jakarta : Gramedia.
- Cohen, Louis. 1976. *Educational Research in Classrooms and Schools : A Manual of Materials and Methods*, London : harper and Row. Ltd.
- Colin, Rose dan Nicholl J. Malcolm. 2002. *Accelerated Learning*, Terjemahan , Bandung : Nuansa.
- Costa, Arthur. L. 1988. *Developing Minds in A Resorce Book for Teaching Thinking*, Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD)
- Dedi Supriadi. 1994. Kreativitas, Kebudayaan dan Perkembangan Iptek, Bandung : Alfabeta.

- Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Propinsi Jawa Tengah. 2002. materi Pelatihan Peningkatan Kemampuan Guru Bidang Studi EBTANAS (Fisika) : Proyek Peningkatan Mutu Tenaga Kependidikan dan Non Kependidikan Pendidikan Menengah.
- Duncan, Tom and Murray, John. 2005. *Advance Physics*, London : The Hodder Headline Group.
- Giancoli, Douglas C. 2001. Fisika edisi kelima, Jakarta : Erlangga.
- Goris Seran Daton, Stephanus Legiyo, C. Cosma Elsih dan Yohanes Bambang Suparmono. 2007. Fisika XI, Jakarta : Grasindo.
- Herwindo Haribowo. 1994. Peranan Sistem Evaluasi pada setiap dan antar jenjang Pendidikan dalam Konvensi Nasional Pendidikan Indonesia II tentang Kurikulum untuk Abad ke-21, jakarta : Grasindo
- Heyleighen F.1998. *Problem Solving*.Principia Cybernetica Web.
- Irodov. IE. 1981. *Problem in General Physics*, London : Mtr.
- Khairul Basar dan Novitrian. 2005. Soal Jawab Fisika Dasar Bagian 1 (Mekanika dan Termodinamika), jakarta : Salemba Teknik.
- Lutus P. 2008. *Creative Problem Solving*.<http://www.arrachnoid.com/lutusp/crashcourse.html>
- Marthen Kanginan. 2004. Fisika 2A Untuk SMA kelas XI, Jakarta : Erlangga
- Masidjo, Ign. 1995. Penilaian Pencapaian Hasil Belajar Siswa di Sekolah, Yogyakarta : Kanisius.
- Masnur Muslich. 2008. KTSP, Pembelajaran Berbasis Kompetensi dan Kontekstual, Jakarta : Bumi Aksara.
- Meier, Dave. 2003. *The Accelerated Learning Handbook*, Panduan Kreatif dan Efektif Merancang Program Pendidikan dan Pelatihan, Bandung : Kaifa (Mizan Pustaka).
- Muijs, Daniel dan David Reynolds. 2008. *Effective Teaching*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Mulyani Sumantri. 1994. Pengembangan dan Pelaksanaan Kurikulum yang Menjamin Ternyata Lulusan yang Kreatif (Berprakarsa dan mampu

- memecahkan masalah) dalam kurikulum untuk abad ke – 21, Jakarta : Grasindo.
- Nana Syaodih Sukmadinata. 2007. Metodologi Penelitian Pendidikan, Bandung : Remaja Rosdakarya.
- Nasution S. 1992. Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar Mengajar, jakarta : Bumi Aksara
- _____. 1986. Asas-Asas Kurikulum, bandung : Jemmars.
- Parnes, J. Sidney. 1988. *Creative Problem Solving*, Virginia; Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD)
- Ratna Wilis Dahar. 1989. Teori-Teori Belajar, Jakarta ; Erlangga.
- Rofi'udin Ah. 1994. Kreativitas Berprakarsa, dan Mampu Memecahkan Masalah di dalam Konvensi Nasional Pendidikan Indonesia II tentang Kurikulum untuk Abad ke-21, Jakarta : Grasindo.
- Rooijackers Ad. 1991. Mengajar dengan Sukses, Petunjuk untuk Merencanakan dan Menyampaikan Pengajaran, jakarta : Grasindo.
- Rulam Ahmadi. 1988. Metode Diskusi untuk SMA, Yogyakarta : Kanisius.
- Slavin, Robert, E. 2005. *Cooperative Learning*, Teori Riset dan Praktik, bandung ; Nusa Media.
- Soekidjo Notoatmodjo. 2003. pengembangan Sumber Daya Manusia, Jakarta : Rineka Cipta.
- Suharsimi Arikunto, Suhardjono dan Supardi. 2007. Penelitian Tindakan Kelas, Jakarta : Bina Aksara.
- Sukarno. 1981. Dasar-Dasar Pendidikan Sains, jakarta : Bhratara Karya Aksara.
- Suparno, Paul, 2007. Metode Penelitian Pendidikan Fisika, Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma.
- Supriyadi. 2007. Kurikulum Sains dalam Proses Pembelajaran Sains, Yogyakarta : Pustaka Tempelsari.
- Taliziduhu, Ndara. 1985. *Research* Teori Metodologi administrasi, jakarta : Bina Aksara.
- Tipler, Paul A. 1998. Fisika Untuk sains dan Teknik , jakarta : Erlangga

- Utami Munandar S.C. 1992. Mengembangkan Bakat dan Kreativitas Anak Sekolah, Jakarta : Grasindo.
- _____. 1999. Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat, jakarta : Rineka Cipta
- Wilson, Jerry D and Anthony J. Buffa. 1990. *College Physics Third Edition*, New Jersey : Prentice Hall (Upper Saddle River).
- Wilson, Pat O’Leary and Dishon, Dee. 1988. *Cooperative Learning*, Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development.
- Yohanes Surya. 1999. Fisika Itu Mudah 1B, Jakarta : Bina Sumber Daya MIPA.
- _____. 2000. Soal dan Penyelesaian Olimpiade Fisika Internasional Mekanika I, Jakarta : Tim Olimpiade Fisika Indonesia (TOFI)
- _____. 2003. Soal-Soal Mekanika I dan Penyelesaiannya, Jakarta : Bina Sumber Daya MIPA.
- Young, Hugh D. And Fredmann Roger A. 2000. *University Physics with Modern Physics*, Canada : Adsison Wesley Publishing Company.
- Yurmaini Mairuddin. 1994. Pengembangan dan Pelaksanaan Kurikulum yang Menjamin Terciptanya Lulusan yang Kreatif dalam Kurikulum Untuk Abad ke-21, Jakarta : Grasindo.

A. Gravitasi

Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mempelajari subbab ini, Anda diharapkan dapat menyatakan hukum Newton tentang gravitasi

Kepler telah menjelaskan tentang gerakan planet-planet berdasarkan data-data empiris dan pengamatan Brahe. Akan tetapi, ia tidak mampu menjelaskan mengapa planet-planet tersebut bergerak seperti itu. Sampai akhirnya, Newton berhasil menjelaskannya. Newton menghubungkan percepatan sebuah planet dalam orbitnya dengan gaya gravitasi yang dilakukan oleh matahari pada planet yang berubah secara terbalik dengan kuadrat jarak antara matahari dan planet. Ia mampu membuktikan bahwa gaya yang berubah secara terbalik dengan kuadrat jarak pisah akan menghasilkan orbit elips seperti yang diamati Kepler.

1. Hukum Gravitasi Umum

Newton mengusulkan **hukum gravitasi umum** yang dinyatakan sebagai berikut.

“Setiap benda di alam semesta menarik benda lain dengan suatu gaya yang sebanding dengan hasil kali massa benda yang terlibat dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak di antara mereka. Gaya ini bekerja sepanjang garis yang menghubungkan kedua benda itu”.

Besar gaya gravitasi ditulis

$$F_{12} = F_{21} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (2.1)$$

$F_{12} = F_{21}$ = gaya tarik-menarik antara kedua benda (N)

m_1, m_2 = massa masing-masing benda (kg)

G = konstanta gravitasi umum ($6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$)

r = jarak pisah kedua benda (m)

Penerapan persamaan (2.1) dapat dilihat pada gambar berikut ini!

Gambar 2.2

Persamaan (2.1) di atas hanya dapat digunakan jika memenuhi persyaratan berikut ini. (Lihat gambar 2.2 sebagai pedoman).

- 1). Benda dianggap sebagai partikel (titik materi) sehingga r adalah jarak pisah antara kedua pusat benda.
- 2). Garis kerja gaya gravitasi merupakan garis yang menghubungkan antara pusat benda m_1 dan pusat benda m_2 .
- 3). F_{12} adalah gaya gravitasi pada benda 1 yang dikerjakan oleh benda 2, sedangkan F_{21} adalah gaya gravitasi antara benda 2 yang dikerjakan oleh benda 1. Jadi, F_{12} dan F_{21} merupakan pasangan aksi-reaksi karena dua gaya ini bekerja pada benda yang berbeda, sama besar, dan berlawanan arah.

Nilai konstanta gravitasi G didapatkan melalui eksperimen yang dilakukan oleh ilmuwan Inggris, *Henry Cavendish* pada 100 tahun yang lalu setelah hukum Newton dipublikasikan. Alat yang digunakan yaitu neraca *Cavendish*, dengan skema gambar sebagai berikut.

Gambar 2.3 Skema Neraca *Cavendish* untuk Mengukur Konstanta Gravitasi

Neraca *Cavendish* terbuat dari susunan batang ringan yang digantung oleh seutas serat kuarsa yang bersifat lembut. Pada ujung batang tersebut terdapat bola timbal kecil identik bermassa m dan bola besar identik bermassa M yang masing-masing sebanyak 2 buah. Bola besar dapat digerakkan sampai hampir bersentuhan

dengan bola kecil. Gaya gravitasi antara M dan m menyebabkan batang ringan terpuntir dan serat kuarsa berputar. Besarnya sudut puntiran batang dideteksi dari pergeseran berkas cahaya pada skala. Setelah sistem dikalibrasi sehingga besar gaya yang diperlukan untuk menghasilkan suatu puntiran tertentu diketahui, gaya tarik antara M dan m dapat dihitung secara langsung dari data pengamatan sudut puntiran serat. Setelah melalui proses perhitungan, didapatkan bahwa besar konstanta G sebesar $6,672 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$.

Tokoh Sains

Henry Cavendish (1731 – 1810)



Gambar 2.4 Henry Cavendish

Sir Isaac Newton memformulasikan perhitungan tentang gravitasi umum dalam selang waktu 1665--1666. Tetapi sampai tahun 1789, belum ada bukti laboratoris terhadap formulasi tersebut. Para saintis bukannya tidak percaya kepada Newton---ada sedikit keraguan yang datang dari observasi astronomis---tetapi tetap saja harus ada pembuktian laboratoium. Yang menjadi masalah adalah gaya tarik antara dua buah benda di dalam laboratorium sangat kecil. Hal ini memerlukan keterampilan kerja dan ketelitian alat ukur yang tinggi. Orang yang pertama kali berhasil melakukan pengukuran tersebut adalah Henry Cavendish.

Henry Cavendish lahir pada 10 Oktober 1731 di Nice, Perancis. Dia adalah anak pertama Lord Charles Cavendish---seorang ilmuwan eksperimental yang cukup memiliki reputasi. Pendidikan dasarnya, ia peroleh melalui privat. Pada usia 11 tahun, ia menjadi murid Dr. Newcombe---seorang master seminari Hackney, dan pada tahun 1749 ia dimasukkan ke Peterhouse College, Cambridge. Dia meninggalkan Cambridge tahun 1753 tanpa menyelesaikan pendidikannya, dan setelah melakukan perjalanan di Eropa bersama saudaranya, dia menuju London untuk tinggal di sana.

Setelah berhasil menentukan massa jenis Bumi pada tahun 1798, dia melanjutkan ketertarikannya pada berbagai topik. Saat ia meninggal dunia pada tahun 1810, dia meninggalkan kekayaan yang besar yang dia kumpulkan sepanjang hidupnya, dan bertumpuk-tumpuk manuskrip dari berbagai bidang ilmu pengetahuan yang menjadi minatnya. Kualitasnya sebagai eksperimenter utama diakui ketika pada akhir abad 19 University of Cambridge mendirikan Laboratorium dengan nama Cavendish.



Gambar 2.5 Bangunan Asli dari
Laboratorium Cavendish, Cambridge
University

The 'original' Cavendish Laboratory,
Cambridge University.

Sumber Berita: www.fau.edu
(Catatan untuk setter: keterangan gambar yang ada di bawah gambar Laboratorim
Cavendish dihilangkan)

Contoh 2.1

Soal

Berapa gaya gravitasi yang bekerja pada satelit Sputnik yang mengorbit Bumi pada ketinggian jari-jari Bumi dari permukaan Bumi? (Diketahui massa satelit $m_S = 200$ kg, massa bumi $m_B = 5,98 \times 10^{24}$ kg, dan jari-jari bumi $R_B = 6380$ km.)

Gambar 2.6

Sumber Gambar: *Ensiklopedia IPTEK Jilid 1*(2004: 94)

Jawab

Jarak pisah satelit dengan bumi diukur dari pusat bumi ke satelit. Karena satelit mengorbit pada ketinggian R_B dari permukaan bumi, maka jarak pisahnya $r = 2R_B$.

$$F = G \frac{m_S m_B}{r^2} = G \frac{m_S m_B}{(2R_B)^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 200 \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{(2 \cdot 6380 \cdot 10^3)^2} = 489,95 \text{ N}$$

Jika ada lebih dari satu massa yang menghasilkan gaya gravitasi pada sebuah benda maka gaya gravitasi total yang dialami benda itu merupakan penjumlahan vektor dari gaya gravitasi akibat masing-masing benda.

Contoh 2.2

Soal

Tiga benda dengan massa m kg berada di titik-titik sudut segitiga sama sisi ABC yang panjang sisinya a meter. Hitung besar gaya gravitasi pada benda A!

Jawab

Gambar 2.7

(Gambar ada di buku Fisika SMA jilid 2A, hal 38, gambar 2.3)

$$F_{AC} = G \frac{m^2}{a^2}$$
$$F_{AB} = G \frac{m^2}{a^2}$$
$$\overline{F_A} = \overline{F_{AC}} + \overline{F_{AB}}$$

$$F_A = \sqrt{F_{AC}^2 + F_{AB}^2 + 2F_{AC}F_{AB} \cos 60^\circ}$$

$$F_A = \sqrt{\left(G \frac{m^2}{a^2}\right)^2 + \left(G \frac{m^2}{a^2}\right)^2 + 2\left(G \frac{m^2}{a^2}\right)\left(G \frac{m^2}{a^2}\right)\frac{1}{2}} = \sqrt{3\left(G \frac{m^2}{a^2}\right)^2}$$

$$F_A = G \frac{m^2}{a^2} \sqrt{3}$$

Evaluasi Diri 2.1

1. Merkurius mempunyai massa $m = 3,31 \cdot 10^{23}$ kg dan jari-jari $R = 2,44 \cdot 10^6$ m, tentukan percepatan gravitasi di permukaan merkurius!
 2. Pada titik-titik sudut sebuah segitiga sama sisi PQR dengan panjang sisi 10 cm ditempatkan partikel-partikel dengan massa 3 kg, 2 kg, dan 1 kg. Hitung gaya gravitasi yang bekerja pada massa 3 kg!
-

2. Massa Gravitasi dan Massa Inersia

Sifat benda yang bertanggung jawab terhadap gaya gravitasi yang dikerjakan pada benda lain disebut massa gravitasi, sebaliknya sifat benda yang merupakan ukuran resistansinya terhadap percepatan (ukuran kelembaman) disebut massa inersia (massa kelembaman) benda.

Kita tetapkan M_G sebagai massa gravitasi dan m sebagai massa inersia.

Besarnya gaya yang dikerjakan Bumi pada benda yang terletak pada ketinggian tertentu dari permukaan Bumi adalah

$$F = G \frac{M_B M_G}{R_B^2} \quad (2.2)$$

dengan M_B = massa gravitasi Bumi

M_G = massa gravitasi benda yang ada pada ketinggian tertentu dari permukaan Bumi

Jika benda tersebut dilepaskan dari ketinggian tertentu, maka benda akan jatuh dengan percepatan a dan membentuk persamaan

$$a = \frac{F}{m} = \left(\frac{G M_B}{R_B^2} \right) \frac{M_G}{m} \quad (2.3)$$

Eksperimen menunjukkan bahwa setiap benda di dekat permukaan bumi akan jatuh bebas dengan percepatan a yang sama. Ini berarti bahwa M_G/m pada persamaan (2.3) sama untuk setiap benda. Berarti $M_G = m$, artinya besarnya massa gravitasi sama dengan massa inersia.

3. Medan Gravitasi

Dalam fisika, medan diartikan sebagai kawasan pengaruh suatu besaran fisis yang mengerjakan gaya pada besaran yang sesuai bila besaran ini berada di dalam kawasan itu. Jika nilai medan di suatu titik tidak berubah terhadap waktu, medannya disebut medan stasioner.

Gaya gravitasi \vec{F} antara dua massa besarnya konstan. Gaya ini dikerjakan oleh massa yang satu terhadap massa yang lain. Kita dapat memikirkan hal ini sebagai sebuah interaksi langsung di antara dua partikel massa, yang dinamakan aksi-pada-suatu-jarak (*action-at-a-distance*), yakni partikel-partikel tersebut berinteraksi walaupun tidak bersentuhan (secara intuitif gaya didefinisikan sebagai tarikan atau dorongan sehingga harus ada kontak, padahal timbulnya gaya gravitasi tidak harus lewat kontak; hal ini yang sedikit menyulitkan pada waktu itu).

Sebuah pandangan lain, yaitu konsep medan (*field*), memandang sebuah partikel massa sebagai hal yang mengubah ruang di sekitarnya dengan suatu cara tertentu dan menimbulkan suatu medan gravitasi (*gravitational field*). Dengan kata lain, medan gravitasi dapat diartikan sebagai ruang di sekitar benda bermassa, di mana benda bermassa lainnya dalam ruang tersebut akan mengalami gaya gravitasi. Medan ini beraksi pada setiap partikel massa lain yang ada di dalam medan tersebut.

Medan gravitasi termasuk medan vektor. Oleh karena itu, medan gravitasi partikel bermassa m di titik P ditunjukkan dalam bentuk anak panah dengan medan gravitasi tepat di ekornya seperti gambar berikut.

Gambar 2.8

Gambar di atas merupakan gambar medan gravitasi dua dimensi. Sebenarnya, medan gravitasi divisualisasikan memanjang dari segala arah dalam ruang tiga dimensi dan disebut sebagai **garis-garis medan gravitasi**. Garis-garis medan gravitasi g didefinisikan sebagai garis-garis bersambungan (kontinu) yang selalu berarah menuju ke massa sumber medan gravitasi g . Garis-garis medan gravitasi g pada partikel bermassa m di titik P dalam ruang tiga dimensi dapat dilihat pada gambar 2.8.

Gambar 2.9

(Gambar ada di buku Fisika SMA, jilid 2A, halaman 40, gambar 2.4, **diambil yang point b saja**)

Kuat medan gravitasi yang dihasilkan oleh massa m di titik P didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada suatu satuan massa yang terletak di titik P . Jika \vec{F} adalah gaya pada massa m' di P :

$$g = \frac{F}{m'} = \frac{\frac{Gmm'}{r^2}}{m'} = G \frac{m}{r^2} \quad (2.4)$$

Kuat medan gravitasi akan berkurang jika jarak titik P terhadap massa sumber bertambah. Hal ini ditunjukkan dengan makin renggangnya jarak antara garis-garis medan ketika jarak titik P dari massa sumber bertambah. Selain itu, semakin besar massa sumber, semakin kuat medan gravitasinya.

Karena medan gravitasi merupakan medan vektor. Sehingga, apabila suatu titik dipengaruhi oleh lebih dari satu benda, maka kuat medan gravitasi di titik itu merupakan jumlah vektor kuat medan akibat masing-masing benda.

$$g = \sqrt{g_1^2 + g_2^2 + 2g_1g_2 \cos \theta} \quad (2.5)$$

Gambar 2.10 Kuat Medan Akibat Dua Massa di P

(Gambar ada di buku Fisika SMA, jilid 2A, halaman 40, gambar 2.5)

Konsep medan tidak digunakan pada zaman Newton. Konsep tersebut dikembangkan jauh kemudian oleh Faraday untuk elektromagnetik, dan baru setelah itu diterapkan pada gravitasi.

Contoh 2.3

Soal

Hitung kuat medan gravitasi di permukaan bumi!

Jawab

Dari data-data, pada contoh 2.1 kita dapatkan

$$g = G \frac{M_B}{R_B^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{(638 \cdot 10^4)^2} = 9,80 \text{ m/s}^2$$

Perhatikan contoh 2.3 di atas. Nilai g pada contoh tersebut belum memperhitungkan percepatan sentripetal akibat rotasi bumi, sedangkan g pada percepatan jatuh bebas benda di dekat permukaan bumi, efek rotasi bumi sudah termasuk di dalamnya.

Contoh 2.4

Soal

Pada ketinggian h dari permukaan bumi, kuat medan gravitasi sama dengan $\frac{1}{2}$ kuat

medan di permukaan bumi. Nyatakan h dalam jari-jari bumi R_B !

Jawab

Di permukaan bumi

$$g_0 = \frac{GM}{R_B^2}$$

$$GM = g_0 R_B^2$$

Pada ketinggian h dari permukaan bumi

$$g = \frac{GM}{(R_B + h)^2}$$

Dari kedua persamaan tersebut

$$g = \frac{g_0 R_B^2}{(R_B + h)^2} \quad \text{untuk} \quad g = \frac{1}{2} g_0$$

$$\frac{1}{2} g_0 = \frac{g_0 R_B^2}{(R_B + h)^2}$$

$$2 R_B^2 = R_B^2 + 2 R_B h + h^2$$

$$h^2 + 2 R_B h - R_B^2 = 0$$

Dengan menyelesaikan persamaan kuadrat ini kita dapatkan

$$h_1 = R (\sqrt{2} - 1)$$

$$h_2 = R (-\sqrt{2} - 1) \quad \text{tidak mungkin}$$

Jadi, $h = R (\sqrt{2} - 1)$ untuk $R = 6380 \text{ km}$, $h = 2.642,7 \text{ km}$

-

Evaluasi Diri 2.2

1. Pada titik-titik sudut sebuah segitiga sama sisi PQR dengan panjang sisi 10 cm ditempatkan partikel-partikel dengan massa 3 kg, 2 kg, dan 1 kg. Hitung kuat medan gravitasi di titik Q!

-

4. Energi Potensial Gravitasi dan Potensial Gravitasi

Energi potensial gravitasi sistem yang terdiri atas dua benda bermassa m dan M adalah

$$E_p = -G \frac{Mm}{r} \quad (2.6)$$

Satuan energi potensial sesuai SI adalah joule (J). Tanda negatif menunjukkan bahwa energi potensial berharga negatif pada setiap jarak terhingga dan berharga nol di tak terhingga.

Potensial gravitasi V didefinisikan sebagai energi potensial per satuan massa. Benda bermassa m ditempatkan di titik P, potensial gravitasi di titik P, V_P , yang berada sejauh r dari massa M adalah

$$V_P = \frac{E_p}{m} = -\frac{GM}{r} \quad (2.7)$$

V_P = potensial gravitasi (J/kg)

Gambar 2.11

(Gambar ada di buku Fisika SMA, jilid 2A, halaman 42, gambar 2.6)

Potensial gravitasi merupakan besaran skalar. Jadi, jika di titik P terdapat lebih dari satu benda, maka digunakan penjumlahan biasa

$$V_P = V_1 + V_2 + \dots \quad (2.8)$$

Contoh 2.5

Soal

Pada suatu titik di atas permukaan bumi potensial gravitasinya adalah $-5,12 \cdot 10^7$ J/kg dan percepatan gravitasi bumi adalah $6,4 \text{ m/s}^2$. Jika jari-jari bumi 6400 km, hitung ketinggian titik itu dari permukaan bumi!

Jawab

$$V = -\frac{GM}{r}$$

r = $R + h$ = jarak titik dari pusat bumi

h = ketinggian partikel dari permukaan bumi

$$V = -\frac{GM}{r} = -5,12 \cdot 10^7$$

$$g = \frac{GM}{r^2} = 6,4$$

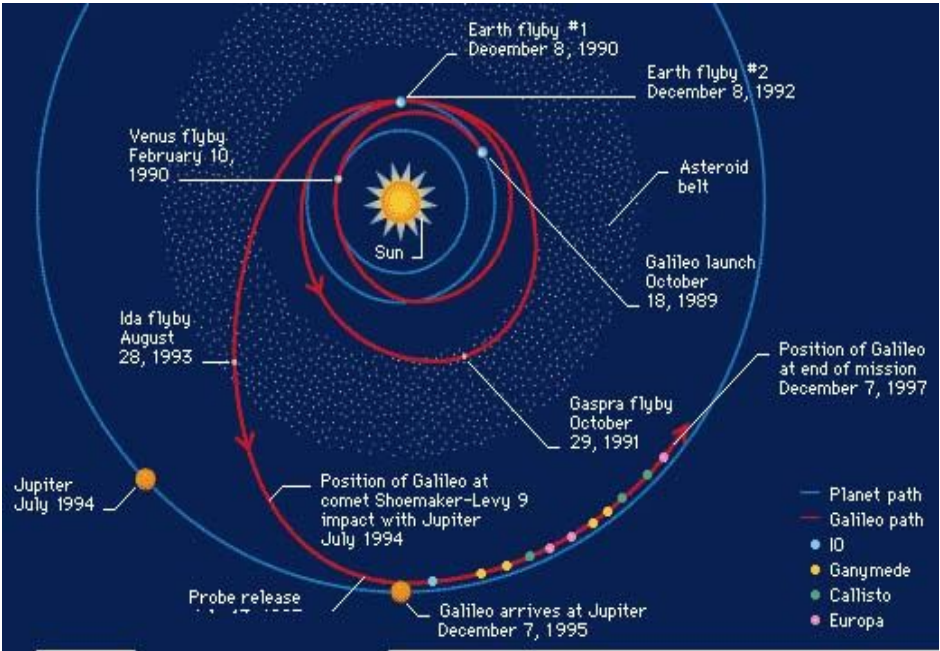
Dari kedua persamaan ini $r = \frac{5,12 \cdot 10^7}{6,4} = 8 \cdot 10^6 \text{ m}$

r = 8000 km

r = $R_b + h$

h = 1600 km

ORBIT LINTASAN GALILEO



Gambar 2.12

Gambar 2.12 di atas memperlihatkan jalannya misi Galileo saat mengamati atmosfer Jupiter. Pada misi ini, digunakan kendaraan angkasa yang diberi nama Galileo. Kedaraan ini mempergunakan gravitasi Bumi dan Venus untuk mempercepat (menambah kecepatan) sehingga dapat mencapai tujuannya yaitu planet Jupiter. Kendaraan tersebut diluncurkan pada tahun 1989 dan mencapai orbit planet Jupiter pada tahun 1995 untuk mengamati atmosfer Jupiter. Meskipun misi tersebut dinyatakan gagal, namun misi tersebut telah memberikan banyak informasi baru tentang sistem Jovian. Misi pertama Galileo berakhir pada tahun 1997, tetapi kendaraan tersebut tetap digunakan untuk mengamati planet Jupiter dan satelitnya di misi selanjutnya.

5. Hukum Kekekalan Energi

a. Energi Total

Jika sebuah satelit dengan massa m mengelilingi bumi yang massanya M dengan kecepatan v maka energi total satelit:

$$E = E_p + E_k = -G \frac{Mm}{r} + \frac{1}{2}mv^2 \quad (2.9)$$

($M \gg m$, kita anggap bumi diam dan hanya satelit yang berputar)

Satelit berputar karena gaya gravitasi sebagai gaya sentripetal:

$$F = F_s, \quad G \frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}, \quad v^2 = G \frac{M}{r}$$

$$E = -G \frac{Mm}{r} + \frac{G Mm}{2r}$$

$$E = -G \frac{Mm}{2r} \quad (2.10)$$

Contoh 2.6

Soal

Hitung energi total satelit dari Contoh 2.1!

Jawab

$$E = -G \frac{Mm}{2r} = -6,67 \cdot 10^{-11} \frac{5,98 \cdot 10^{24} \cdot 200}{2 \times (2 \times 6380.000)} = -3,13 \cdot 10^9 \text{ joule}$$

b. Kekekalan Energi

Jika kita anggap satelit yang mengelilingi bumi tidak dipengaruhi gaya lain selain gravitasi bumi maka dapat diberlakukan hukum kekekalan energi mekanik, yaitu

$$E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$$

$$-G \frac{Mm}{r_1} + \frac{1}{2}mv_1^2 = -G \frac{Mm}{r_2} + \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (2.11)$$

Contoh 2.7

Soal

Dengan kecepatan minimal berapa agar sebuah peluru dengan massa m yang ditembakkan dari permukaan bumi mencapai ketinggian R dari permukaan bumi?

(R = jari-jari bumi)

Jawab

Titik 1 di permukaan bumi, $r_1 = R$; $v_1 = v$ dan untuk titik 2, $r_2 = R + R = 2R$ dan $v_2 = 0$

$$-G \frac{Mm}{R} + \frac{1}{2}mv^2 = -G \frac{Mm}{2R} + 0$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{6,38 \cdot 10^6}} = 7,9 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

c. Kecepatan Lepas

Kecepatan lepas suatu benda dari bumi, yakni kecepatan minimum di mana sebuah benda ditembakkan dari permukaan bumi agar benda mencapai jarak tak terhingga (artinya tidak kembali lagi ke bumi).

Agar benda mencapai tak terhingga, energi totalnya (persamaan 2.9) harus nol atau positif. Kecepatan minimum bersesuaian dengan $E = 0$. Misalkan massa benda m , massa bumi M , R adalah jari-jari bumi, dan v_e adalah kecepatan lepas maka

$$0 = \frac{1}{2}mv_e^2 - G \frac{Mm}{R}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad (2.12)$$

Jika dinyatakan dalam percepatan gravitasi di permukaan bumi $g = G \frac{M}{R^2}$ maka

$$v_e = \sqrt{2gR} \quad (2.13)$$

Contoh 2.8

Soal

Dengan kecepatan berapa sebuah benda ditembakkan? Tentukan kecepatan lepas benda dari permukaan bumi!

Jawab

$$v_e = \sqrt{2 \frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{6,38 \cdot 10^6}} = 1,1 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

Evaluasi Diri 2.3

1. Berapa ketinggian maksimum yang dicapai peluru yang ditembakkan dari permukaan bumi dengan kecepatan 5 km/s?
2. Mengapa pada satelit yang mengorbit bumi, para astronaut berada di dalam kondisi tanpa berat?

B. Hukum Kepler dan Sintesa Newton

Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mempelajari subbab ini, Anda diharapkan dapat menganalisis keteraturan gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum Kepler dan hukum Newton.

Jauh sebelum Newton merumuskan tiga hukum gerak dan hukum gravitasi umum (*universal*)-nya, seorang astronom Jerman *Johannes Kepler* (1571-1630) dengan menggunakan data dari *Tycho Brahe* (1546-1601), setelah banyak mencoba dan salah, menemukan suatu deskripsi rinci tentang gerakan planet di sekitar matahari. Kepler menyatakan hasilnya dalam tiga hukum empiris tentang gerakan planet.

Ketiga Hukum Kepler tersebut adalah:

(Hukum-hukum Kepler ini telah Anda pelajari di kelas X, coba kita kutipkan lagi).

Hukum I: Semua planet bergerak dalam lintasan elips dengan matahari berada pada salah satu fokusnya.

Hukum II: Garis khayal yang menghubungkan matahari dengan sebuah planet menyapu luasan yang sama dalam waktu yang sama.

Hukum III: Perbandingan kuadrat periode terhadap pangkat tiga jarak rata-rata planet dari matahari adalah konstan.

“Jarak rata-rata” yang dimaksud dalam hukum III adalah setengah sumbu mayor orbit elips (disebut juga sumbu semi mayor elips).

Newton mampu menunjukkan bahwa hukum Kepler dapat diturunkan dari hukum gravitasi umum dan hukum-hukum geraknya. Berikut akan kita bahas penjelasan Newton untuk hukum Kepler I dan III. Penjelasan Newton tentang hukum Kepler II akan kita bahas lebih lanjut di semester yang akan datang.

Newton menunjukkan bahwa pada umumnya bila sebuah benda (misalnya planet) bergerak mengelilingi pusat gaya (seperti matahari) kemana benda itu ditarik dengan sebuah gaya yang sebanding dengan $1/r^2$ maka lintasan benda itu elips, parabola atau hiperbola. Lintasan parabola dan hiperbola berlaku untuk benda yang (bila ada) hanya sekali melewati matahari dan tidak pernah kembali lagi. Orbit semacam ini bukan orbit tertutup. Satu-satunya orbit dalam medan gaya yang sebanding dengan $1/r^2$ adalah elips. Jadi, hukum pertama Kepler adalah akibat langsung dari hukum gravitasi Newton.

Hukum ketiga Kepler mudah untuk diturunkan. Kita melakukannya untuk kasus khusus tentang orbit melingkar (lingkaran merupakan kasus khusus dari elips).

Dari hukum kedua Newton kita dapat $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

Kemudian F kita substitusi dari hukum gravitasi universal dan a adalah percepatan sentripetal (v^2/r).

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \quad (2.14)$$

M = massa matahari (kg)

m = massa planet (kg)

$$v^2 = G \frac{M}{r} \quad (2.15)$$

Dari gerak melingkar, kita mendapat hubungan antara kecepatan v dengan r :

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad (2.16)$$

Persamaan (2.23) menjadi

$$\frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = G \frac{M}{r}$$
$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \quad (2.17)$$

Karena ruas kanan pada persamaan (2.17) adalah konstan maka

$$\frac{T^2}{r^3} = \text{konstan} \quad (2.18)$$

Inilah pernyataan hukum ketiga Kepler. Untuk lintasan elips, r pada persamaan (2.18) diganti dengan sumbu semi mayor elips.

Persamaan (2.17) juga berlaku untuk orbit satelit tiap planet, dengan M adalah massa planet. Karena G sudah diketahui, kita dapat mengukur massa planet dengan mengukur periode T dan jari-jari orbit rata-rata r dari satelit yang mengelilingi planet tersebut.

Dengan hukum gravitasi umum dan tiga hukum geraknya, Newton mampu menjelaskan gerak benda di bumi dan di langit. Karena alasan ini (dan juga karena Newton menggabungkan hasil para pekerja terdahulu ke dalam sistemnya), kadang-kadang dikatakan sebagai “sintesa Newton”

Contoh 2.9

Soal

Sebuah satelit mengorbit bumi dengan orbit berupa lingkaran. Carilah periodenya jika:

- a) satelit itu tepat di atas permukaan bumi
- b) satelit itu berada di ketinggian 200 km

Jawab

Dari persamaan (2.17):

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} = \left(\frac{r^2}{GM} \right) 4\pi^2 r = \frac{4\pi^2 r}{g}$$

a) Data $r = R_B$:

$$T^2 = \frac{4\pi^2 R_B}{g}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R_B}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{6,38 \cdot 10^6}{9,8}} = 5069,645 \text{ s} = 84,49 \text{ menit}$$

b) r $= R_B + 200 \text{ km}$
 $= (6380 + 200) \text{ km}$
 $= 6580 \text{ km}$
 $= 6,58 \cdot 10^6 \text{ m}$

Perhitungan seperti a), kita dapatkan: $T = 5148,495 \text{ s} = 85,81 \text{ menit}$

LESSON PLAN (RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN)

Mata Pelajaran : Fisika
Materi Pokok : Gravitasi Newton
Kelas/ Program : XI / IPA
Semester : 1 (satu)
Waktu : 2 x 90 menit

1. Standar Kompetensi :

1. Menganalisis gejala alam dan keteraturannya dalam cakupan mekanika benda titik

2. Kompetensi Dasar :

- 1.2. Menganalisis keteraturan gerak planet dalam tatasurya berdasarkan hukum-hukum Newton .

3. Indikator :

1. Menganalisis hubungan antara gaya gravitasi dengan massa benda dan jaraknya
2. Menghitung resultan gaya gravitasi pada benda titik dalam suatu sistem
3. Membandingkan percepatan gravitasi dan kuat medan gravitasi pada kedudukan yang berbeda
4. Menganalisis gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum Kepler

4. Tujuan Pembelajaran :

1. Siswa dapat menganalisis hubungan antara gaya gravitasi dengan massa benda dan jaraknya
2. Siswa dapat menghitung resultan gaya gravitasi pada benda titik dalam suatu sistem
3. Siswa dapat membandingkan percepatan gravitasi dan kuat medan gravitasi pada kedudukan yang berbeda

4. Siswa dapat menganalisis gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum Kepler

5. Materi Pembelajaran :

1. Hukum Newton tentang Gravitasi
2. Kuat medan gravitasi dan percepatan gravitasi
3. Energi potensial dan Potensial gravitasi
4. Hukum kekekalan energi
5. Hukum Kepler

Pertemuan 1 :

- Hukum Newton tentang Gravitasi Umum

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

- Massa gravitasi dan massa inersia
- Medan gravitasi

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

- Energi potensial gravitasi

$$Ep = -G \frac{Mm}{r}$$

- Potensial gravitasi

$$V = -G \frac{M}{r}$$

Pertemuan 2 :

- Hukum Kekekalan Energi

$$\frac{1}{2}mv^2 + G \frac{Mm}{r} = \text{konstan}$$

- Hukum Kepler dan Sintesa Newton

- o Hukum I Kepler
- o Hukum II Kepler
- o Hukum III Kepler

- Pembuktian hukum III Kepler berdasarkan hukum Newton tentang gravitasi

6. Metode Pembelajaran :

- Diskusi - informasi
- Penugasan
- Tes tertulis/lisan

7. Langkah – langkah Pembelajaran :

Kegiatan awal :

- Pengelolaan kelas
- Apersepsi (tata surya)
- Motivasi

Kegiatan Inti,

- Penyampaian materi

Kegiatan Akhir :

- Merangkum
- Tes Formatif/Lisan

8. Sumber / bahan / alat :

Sumber: Buku Fisika SMA Kelas 2, Grasindo

Bahan: bahan presentasi

Alat: media presentasi

10. Penilaian dan Tindak Lanjut :

1. Tugas individu atau pekerjaan rumah
2. Ulangan
3. Remedial teaching untuk siswa yang tingkat pencapaiannya kurang dari 75 %
4. Pengayaan untuk siswa yang tingkat pencapaiannya di atas 75 %

Mengetahui,
Kepala Sekolah,

.....,
Guru Mata Pelajaran,

.....
NIP

.....
NIP